



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E
MATEMÁTICA**

FREUDSON DANTAS DE LIMA

**ETNOMATEMÁTICA NO GARIMPO: UMA PROPOSTA DE AÇÃO PEDAGÓGICA
PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA DA
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

NATAL – RN

2018

FREUDSON DANTAS DE LIMA

**ETNOMATEMÁTICA NO GARIMPO: UMA PROPOSTA DE AÇÃO PEDAGÓGICA
PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA DA
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Bandeira

NATAL – RN

2018

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Ronaldo Xavier de Arruda - CCET

Lima, Freudson Dantas de.

Etnomatemática no garimpo: uma proposta de ação pedagógica para o ensino e aprendizagem de matemática na perspectiva da resolução de problemas / Freudson Dantas de Lima. - 2018. 186f.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Natal, 2018.

Orientador: Francisco de Assis Bandeira.

1. Etnomatemática - Dissertação. 2. Garimpo - Dissertação. 3. Resolução de problemas - Dissertação. 4. Produto educacional - Dissertação. I. Bandeira, Francisco de Assis. II. Título.

RN/UF/CCET

CDU 510

FREUDSON DANTAS DE LIMA

**ETNOMATEMÁTICA NO GARIMPO: UMA PROPOSTA DE AÇÃO PEDAGÓGICA
PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA DA
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

Dissertação de Mestrado apresentada à
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
– UFRN, como requisito para a obtenção do
título de Mestre em Ensino de Ciências
Naturais e Matemática.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco de Assis Bandeira
(Orientador – UFRN)

Profa. Dra. Giselle Costa de Sousa
(Examinadora Interna – UFRN)

Profa. Dra. Rosalba Lopes de Oliveira
(Examinadora Externa – IFESP)

Dedico esta obra primeiramente a Deus, por tudo que Ele representa em minha vida; à minha mãe, Inácia Dantas de Lima, pela luta e dedicação para educar os seus nove filhos; e ao meu pai, Francisco de Souza Lima, um garimpeiro que, apesar de muitas dificuldades, fez o possível para que pudéssemos seguir no caminho dos estudos.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa, Ana Paula Paulino de Oliveira, pela compreensão e paciência ao longo desses dois anos de estudos. Por entender a importância desta pesquisa e ter me dado forças para seguir em frente e vencer os obstáculos que foram encontrados pelo caminho.

Aos meus filhos, Leonardo Oliveira Dantas e Mateus Oliveira Dantas, pelos vários momentos de ausência e por recarregar minhas energias ao me concederem um sorriso ou um abraço.

À minha família, por acreditar e me incentivar na realização deste estudo, em especial ao meu irmão, professor Frank Kleber de Lima, por suas contribuições nas análises das possibilidades de aplicação das situações-problema inerentes ao contexto sociocultural do garimpo no ensino-aprendizagem de Matemática na Educação Básica.

Ao meu orientador, professor Dr. Francisco de Assis Bandeira, por confiar no trabalho com a temática da presente pesquisa, pelos ensinamentos teóricos e metodológicos que sustentam este estudo; por me atender, muitas vezes aos domingos, para sanar minhas dúvidas e inquietações, por me apresentar aos eventos mais importantes ligados à nossa linha de pesquisa e por toda contribuição para que este projeto viesse a ser tornar uma realidade.

Às professoras que participaram da banca de qualificação e Defesa desta pesquisa, Professora Dra. Giselle Costa de Sousa e Professora Dra. Rosalba Lopes de Oliveira, pela gentileza em aceitar e se disponibilizar a participar desse processo avaliativo. Suas contribuições foram imprescindíveis para a realização desta obra.

Aos autores e autoras que foram consultados e que contribuíram de forma significativa para o embasamento teórico deste trabalho.

Aos colegas do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática – PPGECNM, turma 2016.2, em especial aos professores Gerson Eugenio Costa e Odaivo de Freitas Soares.

Ao secretário Daniel Carvalho Soares e demais docentes do PPGECNM, em especial aos professores doutores Milton Schivani, Liliane Gutierrez, Fernanda Mazze, Márcia Barroso, Bernadete Morey, Midori Camelo, Giselle Sousa, Fabian Posada e Isauro Béltran.

Ao proprietário dos garimpos, o senhor Josimar Arcanjo de Araújo, por nos autorizar a realização desta pesquisa e por toda paciência diante de tantos questionamentos acerca das atividades realizadas nesse espaço.

Aos garimpeiros do sítio Cumbe, município de Parelhas/RN, que gentilmente se dispuseram em contribuir com suas explicações para que eu pudesse registrar os dados desta pesquisa e por compartilharem comigo momentos de aprendizagem e descontração.

Ao diretor da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho, o senhor Émerson Wagner da Nóbrega, por autorizar a aplicação do nosso Produto Educacional (Caderno de Atividades) na referida escola.

Aos alunos da turma da terceira série A do Ensino Médio, turno vespertino, da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho, fundamentais para o processo de validação da nossa proposta de ação pedagógica.

Enfim, agradeço a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a construção desta obra.

Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou sua construção. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender.

Paulo Freire

RESUMO

O presente estudo visa compreender os saberes e fazeres de um grupo de garimpeiros que desenvolvem suas atividades laborais em dois garimpos localizados na zona rural do município de Parelhas/RN, objetivando investigar, à luz da Etnomatemática, os indícios de conhecimentos matemáticos que são utilizados por esses trabalhadores, durante o processo de extração e comercialização de minerais, com o intuito de elaborar uma proposta de ação pedagógica para o ensino e aprendizagem de Matemática na Educação Básica. Para contemplar esses objetivos, nos fundamentamos nos pressupostos da Etnomatemática, na concepção de Ubiratan D'Ambrosio, além de outros pesquisadores alinhados à essa temática e na metodologia de ensino e aprendizagem por meio da Resolução de Problemas. No campo metodológico, foram utilizados alguns elementos da Etnografia, tais como, o diário de campo, a gravação de vídeos, a entrevista semiestruturada e a observação participante. A partir das análises dos dados coletados, foi elaborado um Produto Educacional (Caderno de Atividades) intitulado *Saberes e Fazeres no Garimpo: situações-problema para o ensino de Matemática na Educação Básica*. Nesse contexto, a referida proposta de ação pedagógica foi aplicada em uma turma da terceira série do Ensino Médio da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho, localizada na cidade de Parelhas/RN, sob a ótica da metodologia de ensino e aprendizagem por meio da Resolução de Problemas. Como resultado da intervenção, os alunos passaram a ter uma participação ativa e efetiva na construção dos conceitos matemáticos durante o processo de resolução das situações-problema inerentes ao contexto sociocultural do garimpo, compreendendo e valorizando as diferentes formas de entender e lidar com as matemáticas que se manifestam em ambientes extraescolares. Diante dos resultados, podemos sinalizar que é possível inserir no âmbito da Educação Matemática, propostas de ação pedagógica que vinculem os conhecimentos etnomatemáticos de grupos sociais distintos com situações-problema a serem trabalhadas através da metodologia de ensino e aprendizagem por meio da Resolução de Problemas.

Palavras-chave: Etnomatemática. Garimpo. Resolução de Problemas. Produto Educacional.

ABSTRACT

The present study aims to understand the knowledge and practices of a group of miners who develop their work activities in two mines located in the rural area of the municipality of Parelhas / RN, aiming to investigate, under the light of Ethnomathematics, the signs of mathematical knowledge that are used by these workers, during the process of extraction and commercialization of minerals, with the intention of elaborating a proposal of pedagogical action for the teaching and learning of Mathematics in Basic Education. In order to contemplate these objectives, we are based on the assumptions of Ethnomathematics, the conception of Ubiratan D'Ambrosio, besides other researchers aligned to this theme and teaching and learning methodology through Troubleshooting. In the methodological field, some elements of Ethnography were used, such as the field diary, video recording, semi-structured interview and participant observation. Based on the analysis of the data collected, an Educational Product (Activity Notebook) entitled *Saberes e Fazeres no Garimpo: situações-problema para o ensino de Matemática na Educação Básica*. In this context, the mentioned pedagogical action proposal was applied to a group of the third year of High School of the State School Monsenhor Amâncio Ramalho, located in the city of Parelhas / RN, under the perspective of teaching and learning methodology through Troubleshooting. As a result of the intervention, students started to have an active and effective participation in the construction of mathematical concepts during the process of solving the problem situations inherent in the socio-cultural context of the mining, understanding and valuing the different ways of understanding and dealing with mathematics that are manifested in out-of-school settings. In view of the results, we can indicate that it is possible to insert in the scope of Mathematics Education, proposals of pedagogical action that link the ethnomathematical knowledge of distinct social groups with problem situations to be worked through the methodology of teaching and learning through Troubleshooting.

Keywords: Ethnomathematics. Mining. Educational Product. Troubleshooting.

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1–	Sequência de atividades da produção no garimpo.....	62
Esquema 2–	Relação tempo/profundidade nas perfurações dos furos nas rochas.....	65
Esquema 3–	Cálculo do volume desprendido da bancada.....	67
Esquema 4–	Cálculo do consumo de combustível da enchedeira durante um dia de trabalho.....	68
Esquema 5–	Cálculo do volume do recipiente (saco de <i>nylon</i>).....	72
Esquema 6–	Cálculo da densidade do minério mica.....	72
Esquema 7–	Cálculo da produção de tantalita-columbita.....	75
Esquema 8–	Média de massa do montante.....	76
Esquema 9–	Cálculo do volume da caçamba.....	80
Esquema 10–	Cálculo aproximado da medida de um palmo, em metros.....	81
Esquema 11–	Cálculo aproximado da medida de um palmo, em centímetros.....	81
Esquema 12–	Ilustração da estrutura metodológica, explicitando os passos percorridos do contexto sociocultural ao produto final da pesquisa.....	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1–	Certificado de matrícula de garimpeiro do senhor Francisco de Souza Lima, no início da década de 1980.....	19
Figura 2–	Certificado de matrícula de garimpeiro do senhor Francisco de Souza Lima, em meados da década de 1980.....	19
Figura 3–	Garimpeiros trabalhando no garimpo.....	28
Figura 4–	Etimologia da palavra Etnomatemática.....	29
Figura 5–	Formulação do problema no contexto.....	37
Figura 6–	Dados do município de Parelhas/RN, segundo o IBGE.....	45
Figura 7–	Mapa de localização da cidade de Parelhas/RN.....	46
Figura 8–	Percurso do centro da cidade de Parelhas/RN aos garimpos pesquisados.....	48
Figura 9–	Vista aérea do garimpo 1.....	49
Figura 10–	Vista aérea do garimpo 2.....	49
Figura 11–	Vista do garimpo 1.....	50
Figura 12–	Vista do garimpo 2.....	50
Figura 13–	Placa de sinalização para utilização de equipamentos de segurança.....	51
Figura 14–	Localização da casa do senhor Josimar Arcanjo de Araújo.....	52
Figura 15–	Garimpeiros no lanche da manhã	53
Figura 16–	Mica.....	59
Figura 17–	Tantalita-columbita no pegmatito.....	60
Figura 18–	Feldspato.....	60
Figura 19–	Berilo.....	60
Figura 20–	Albita tipo C (prego de albita)	61
Figura 21–	Ferramentas para o trabalho manual.....	63
Figura 22–	Furadeira de alto impacto e compressor.....	63
Figura 23–	Marteleiros perfurando a rocha.....	64
Figura 24–	Furo onde serão depositados os materiais explosivos.....	64
Figura 25–	Bancada pronta para o desmonte.....	66
Figura 26–	Frente de desmonte da bancada.....	66
Figura 27–	Enchedeira retirando os materiais resultantes das detonações.....	67
Figura 28–	Separação/classificação do feldspato e do prego de albita.....	69

Figura 29–	Separação/classificação da mica.....	69
Figura 30–	Separação/classificação da tantalita/columbita.....	69
Figura 31–	Descarte dos rejeitos de pegmatito.....	69
Figura 32–	Estocagem de Feldspato.....	70
Figura 33–	Estocagem do prego de albita.....	70
Figura 34–	Armazenamento do berilo.....	70
Figura 35–	Armazenamento da mica.....	71
Figura 36–	Enchedeira transportando os materiais que contêm os minérios.....	74
Figura 37–	Estimativa de volume e massa no montante de prego de albita, pelo garimpeiro.....	76
Figura 38–	Caminhão-caçamba esperando o carregamento do minério prego de albita...	77
Figura 39–	Garimpeiro explicando como se faz para medir um metro com uma corda.	78
Figura 40–	Placa afixada no caminhão-caçamba.....	80
Figura 41–	Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho – Parelhas/RN.....	84
Figura 42–	Etapas 2 e 3 da Resolução de Problemas (leitura individual e leitura em conjunto).....	89
Figura 43–	Estimulando a participação colaborativa dos alunos.....	90
Figura 44–	Recorte da resposta da aluna B4.....	92
Figura 45–	Recorte da resposta do aluno C2.....	92
Figura 46–	Bancada apresentada na situação-problema 3.....	94
Figura 47–	Bloco de granito, conforme fala da aluna D1.....	94
Figura 48–	Recorte da resposta do aluno C6.....	98
Figura 49–	Recorte da resposta do aluno E5.....	98
Figura 50–	Alunos concentrados na etapa da resolução dos problemas.....	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1–	Valores dos minérios que são extraídos dos garimpos.....	73
Quadro 2–	Análise do perfil sociocultural dos alunos da terceira série A.....	85
Quadro 3–	Análise do perfil sociocultural dos alunos da terceira série B.....	85
Quadro 4–	Identificação dos alunos da terceira série A por meio de códigos.....	88
Quadro 5–	Análise das respostas do primeiro bloco de situações-problema.....	91
Quadro 6–	Análise das respostas do segundo bloco de situações-problema.....	97
Quadro 7–	Análise das respostas do terceiro bloco de situações-problema.....	101
Quadro 8–	Análise das respostas do quarto bloco de situações-problema.....	108

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	AO ENCONTRO DA ETNOMATEMÁTICA.....	18
1.2	OBJETIVOS DA PESQUISA.....	22
1.2.1	Objetivo geral.....	22
1.2.2	Objetivos específicos.....	22
1.3	ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	23
2	ETNOMATEMÁTICA E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	25
2.1	ALGUNS ASPECTOS SOBRE A ETNOMATEMÁTICA.....	25
2.2	ETNOMATEMÁTICA E SUA DIMENSÃO EDUCACIONAL.....	30
2.3	RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO METODOLOGIA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA.....	33
3	PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA.....	41
3.1	PESQUISA QUALITATIVA EM UMA ABORDAGEM ETNOGRÁFICA.....	41
3.2	O CONTEXTO DA PESQUISA.....	45
3.2.1	Breve histórico da mineração no município de Parelhas.....	45
3.2.2	O garimpo como contexto.....	48
3.3	OS SUJEITOS DA PESQUISA.....	52
3.4	AS ENTREVISTAS.....	54
3.5	OS MINERAIS QUE SÃO EXTRAÍDOS DOS GARIMPOS.....	58
4	CONTRIBUIÇÕES DOS SABERES E FAZERES DOS GARIMPEIROS PARA UMA PROPOSTA DE AÇÃO PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	62
4.1	PROCESSO DE EXTRAÇÃO DOS MINERAIS.....	62
4.2	SEPARAÇÃO/CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL QUE CONTÊM OS MINÉRIOS.....	67
4.3	ESTOCAGEM DOS MINÉRIOS.....	70
4.4	PROCESSO DE COMERCIALIZAÇÃO DOS MINÉRIOS.....	73
4.5	DIÁLOGO ENTRE A MATEMÁTICA DO GARIMPO E A MATEMÁTICA ACADÊMICA.....	73

4.5.1 O saber-fazer do garimpeiro na separação/classificação do material que contém os minérios.....	74
4.5.2 O saber-fazer do garimpeiro nos cálculos aproximados de volume e massa do minério estocado.....	76
4.5.3 O saber-fazer do garimpeiro no transporte dos minérios.....	77
5 A PROPOSTA DE AÇÃO PEDAGÓGICA.....	82
6 APLICAÇÃO E ANÁLISE DA PROPOSTA DE AÇÃO PEDAGÓGICA.....	84
6.1 APLICAÇÃO DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA REFERENTES AO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DOS MINERAIS.....	87
6.2 APLICAÇÃO DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA REFERENTES AO PROCESSO DE SEPARAÇÃO DOS MINERAIS.....	95
6.3 APLICAÇÃO DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA REFERENTES AO PROCESSO DE TRANSPORTE E ESTOCAGEM DOS MINERAIS.....	99
6.4 APLICAÇÃO DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA REFERENTES AO PROCESSO DE COMERCIALIZAÇÃO DOS MINÉRIOS.....	105
6.5 INFORMAÇÕES ADICIONAIS E EMPECILHOS ENCONTRADOS DURANTE A APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	109
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	112
REFERÊNCIAS.....	115
APÊNDICES.....	119
APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL.....	120
APÊNDICE B: ROTEIROS DAS ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS.....	174
APÊNDICE C: AUTORIZAÇÕES PARA REALIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS.....	178
APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO.....	181
APÊNDICE E: TERMO DE AUTORIZAÇÃO.....	183
APÊNDICE F: TERMO DE CONSENTIMENTO.....	184

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho está vinculado à linha de pesquisa História, Filosofia e Sociologia da Ciência, pertencente ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM), do Centro de Ciências Exatas e da Terra (CCET) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), e apresenta em seu conteúdo uma pesquisa realizada em dois garimpos localizados na zona rural da cidade de Parelhas, Estado do Rio Grande do Norte (RN), que busca compreender, a partir das práticas laborais dos garimpeiros, como funcionam as atividades no garimpo, quais os recursos, ferramentas, materiais e técnicas são utilizados na extração do minério e como se dá o processo de comercialização desses minerais.

Além disso, com a utilização de algumas técnicas da pesquisa etnográfica, foram investigados os conhecimentos (empíricos) matemáticos utilizados pelos garimpeiros no processo de extração e comercialização dos minerais. A partir das análises dos dados coletados, esses conhecimentos foram sistematizados à luz das concepções da Etnomatemática e da metodologia de ensino por meio da Resolução de Problemas, sendo elaborado um Caderno de Atividades (Produto Educacional), como uma proposta de ação pedagógica para o ensino e aprendizagem de Matemática na Educação Básica.

Não obstante, esta pesquisa traz como fundamentação teórica as concepções d'ambrosianas da Etnomatemática, outros estudos etnomatemáticos alinhados aos objetivos do presente trabalho e a Resolução de Problemas como metodologia de ensino que norteará as situações-problema¹ que comporão o Produto Educacional.

Para delinear a problemática do estudo, apresentamos, inicialmente, duas indagações, a saber: por que os alunos, principalmente da Educação Básica, não têm interesse por Matemática? É possível fazer diferente?

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998), os movimentos de reorientação curricular em Educação Matemática que vêm ocorrendo mundialmente, inclusive no Brasil, ainda não tiveram força suficiente para mudar a prática do ensino tradicional de Matemática, sendo comum o emprego de técnicas voltadas para o processo de memorização, em que os alunos são treinados para armazenar informações algorítmicas de

¹ Consideramos para a presente pesquisa, o conceito de situação-problema proposto por Nuñez e Ramalho (2004, p. 147), como sendo “um estado psíquico de dificuldade intelectual, quando o aluno enfrenta uma tarefa que não pode explicar nem resolver com os meios de que dispõe, embora esses meios possibilitem a compreensão da situação-problema e o trabalho para a sua solução. Essa situação caracteriza-se pela contradição que se expressa na relação dialética entre o conhecido e o não conhecido, funcionando como fonte do desenvolvimento cognitivo”.

forma mecânica, sem nenhuma ligação com o contexto social, cultural, econômico e ambiental existente fora do ambiente escolar. Em nosso país, o ensino de Matemática ainda é marcado pelos altos índices de retenção, pela formalização precoce de conceitos, pela preocupação excessiva com os treinos repetitivos, mecânicos e sem compreensão (BRASIL, 1998).

Conforme aponta Bandeira (2016, p. 77), as consequências dessa

[...] prática educacional levam os alunos a acreditarem que a aprendizagem de matemática se dá através de um acúmulo de fórmulas e algoritmos, que não é uma construção realizada pela humanidade, que não tem nada a ver com suas vidas, que é um corpo de conceitos verdadeiros, estáticos e neutros do qual não se duvida ou questiona.

Diante dessa realidade, muitos alunos passam a encarar a Matemática como algo muito complexo, pois é preciso um grande esforço mecânico para decorar letras, números e fórmulas para conseguir êxito nos modelos tradicionais de avaliação; nesse aspecto, podemos entender tamanha aversão desses alunos à disciplina de Matemática.

Para Dalto e Silva (2018), a Educação Matemática tem se preocupado, entre outras questões, em investigar e implementar estratégias de ensino em que o aluno passe a ser um sujeito mais ativo, responsável por sua aprendizagem, sendo o professor, um orientador durante a execução das atividades. Dentre essas estratégias, apresentam-se algumas alternativas para o ensino da Matemática, como: Resolução de Problemas, Investigação Matemática, Modelagem Matemática, História da Matemática, Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação e Etnomatemática. Todas elas têm sido apontadas como alternativas pedagógicas mais preocupadas com os alunos, buscando meios que favoreçam a aprendizagem do discente e desenvolvam sua capacidade de pesquisar, buscar conhecimentos e pensar (LUIZ; COL, 2013).

Segundo D'Ambrosio (2002), as razões de incluir a Etnomatemática como proposta pedagógica de ensino tem dois objetivos: primeiro, desmistificar uma forma de conhecimento matemático como sendo final, inquestionável, absoluto e neutro; segundo, ilustrar realizações intelectuais de várias civilizações, culturas, povos, profissões, gêneros, ou seja, compreender que pessoas reais em todas as partes do mundo e em todas as épocas da história desenvolveram ideias matemáticas porque elas precisavam resolver os problemas vitais de sua existência diária.

Nessa perspectiva, torna-se necessário o estudo de propostas de ações pedagógicas que possam contribuir para uma melhoria no ensino-aprendizagem de Matemática, principalmente na Educação Básica, em que se constata vários obstáculos no processo de formação dos conceitos matemáticos.

Propomos como alternativa para minimizar essas dificuldades, bem como desmistificar a ideia prévia que os alunos trazem sobre a Matemática, de que a aprendizagem se dá por meio de um acúmulo de fórmulas e algoritmos, a elaboração de um Produto Educacional, um Caderno de Atividades com situações-problema contextualizadas, oportunizando aos alunos trabalhar com questões inerentes a um contexto sociocultural, compreendendo que a Matemática pode estar presente em várias situações do nosso dia a dia, assim como no garimpo, nas atividades de extração e comercialização dos minerais.

Como posto, nos apoiaremos nos princípios da Etnomatemática durante as investigações realizadas nos garimpos, objetivando identificar os conhecimentos matemáticos presentes nas práticas laborais dos garimpeiros e na metodologia de ensino por meio da Resolução de Problemas, para aplicação das situações-problema que irão compor o Caderno de Atividades, fazendo-se, assim, uma ponte entre o ambiente natural e o acadêmico.

A partir do exposto, iniciamos a presente pesquisa com as seguintes questões norteadoras: quais conhecimentos matemáticos são utilizados pelos garimpeiros, no processo de extração e comercialização de minerais em dois garimpos localizados na cidade de Parelhas/RN? É possível inserir esses conhecimentos no contexto escolar?

Após as investigações realizadas nos dois garimpos pesquisados, da coleta e análise dos dados empíricos e do desenvolvimento do nosso Produto Educacional, obtivemos as respostas para essas indagações, as quais serão apresentadas ao longo desse trabalho.

Ao término desta pesquisa, o produto final deste estudo será disponibilizado de forma impressa, em meios digitais e através de mídias, tornando-o acessível a toda comunidade acadêmica, em especial, aos professores da rede pública de ensino, contribuindo, dessa forma, para uma prática de ensino voltada para um contexto sociocultural.

Na seção 1.1, a seguir, será apresentado um breve histórico de minha trajetória acadêmica, inicialmente como aluno, posteriormente como docente, até ao encontro da Etnomatemática no atual desenvolvimento do presente estudo, como pesquisador.

1.1 AO ENCONTRO DA ETNOMATEMÁTICA²

Para dar início a este breve relato, menciono o nome de um dos garimpeiros mais antigos da região do Seridó do Estado do Rio Grande do Norte, mais precisamente da cidade de Parelhas/RN, o senhor Francisco de Souza Lima³, popularmente conhecido por Chico Souza.

Nascido na cidade de Pedra Lavrada/PB, em doze de julho do ano de mil novecentos e quarenta e dois, precisou ir morar com seus avôs paternos com poucos dias de vida. Aos 12 anos, começou a trabalhar na agricultura no sítio Barra, município de Parelhas/RN.

Ainda jovem, aos 15 anos, seu Francisco de Souza Lima começou suas atividades em garimpos localizados nas proximidades do sítio Barra, onde residia e, a partir de então, dedicou sua vida profissional integralmente aos trabalhos de extração e comercialização de minerais.

A vida no garimpo não era nada fácil, um trabalho muito pesado e realizado de forma artesanal, que nem sempre rendia uma produção suficiente para os garimpeiros conseguirem arcar com as despesas do próprio garimpo e o sustento de suas famílias. Além dessas dificuldades, as condições de trabalho dentro das minas eram muito precárias, quando ainda não existiam os atuais órgãos de fiscalização para exploração do subsolo.

Foi justamente por essa falta de segurança no trabalho, que, por pouco, a vida do meu pai não teve seu fim dentro do próprio garimpo, quando, no final da década de 1970, trabalhava em uma mina localizada no sítio Barra, na cidade de Parelhas/RN, e uma barreira desabou sobre ele, o soterrando. Com a ajuda dos demais garimpeiros, conseguiram retirá-lo do túnel e transportá-lo até o hospital da cidade. Foram várias fraturas e a bacia quebrada em três locais, o deixando com aproximadamente 80% do corpo engessado durante 90 dias.

No início da década de 1980, seu Chico Souza, volta ao ramo da mineração e, a partir de então, intercalou a vida laboral entre a comercialização dos minerais e os trabalhos dentro do próprio garimpo, conforme podemos constatar nas carteiras de garimpeiro emitidas na década de 1980 (Figuras 1 e 2).

² Todas as informações prestadas nesta seção são de responsabilidade do autor da pesquisa, Freudson Dantas de Lima, resgatadas de fontes documentais de sua família, relatos do senhor Francisco de Souza Lima e de situações vividas pelo próprio autor.

³ Francisco de Souza Lima, meu pai, hoje aos 75 anos de idade, aposentado, já não trabalha em garimpos, mas ainda continua negociando com pedras preciosas e semipreciosas garimpadas na região do Seridó dos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba.

Figura 1 – Certificado de matrícula de garimpeiro do senhor Francisco de Souza Lima, no início da década de 1980

MINISTÉRIO DA FAZENDA
SECRETARIA DA RECEITA FEDERAL

Delegacia da Receita Federal de Natal-RN
(Órgão expedidor – Localidade)

AGÊNCIA DA RECEITA FEDERAL EM CAICÓ-RN

CERTIFICADO DE MATRÍCULA DE GARIMPEIRO, FAISCADOR, CATADOR OU EXTRATOR

N.º 05/81 Válido até 13/04/82

Para exercer atividades de garimpagem, faiscagem, cata ou extração na jurisdição desta repartição, compreendendo o(s) município(s) de esta jurisdição

Nome: Francisco de Souza Lima
Nacionalidade: brasileiro
Endereço: R Manoel Azevedo, 296
CPF: 241.533.544-49

(Autenticação do órgão expedidor)

Fonte: Arquivo da família do autor.

Figura 2 – Certificado de matrícula de garimpeiro do senhor Francisco de Souza Lima, em meados da década de 1980

MINISTÉRIO DA FAZENDA
SECRETARIA DE RECEITA FEDERAL AA 337340

CERTIFICADO DE MATRÍCULA DE GARIMPEIRO

N.º Reg. 033/86 Válido até 24.03.87

Nome: FRANCISCO DE SOUZA LIMA
Filiação: ANTONIO DE SOUZA FILHO
MARIA LIRA DE SOUZA
Doc. Ident. 462.599 Orgão Expedidor SSP UF RN
Data Nascimento 12.07.42 Nacionalidade BRASILEIRA
Naturalidade P. LAVRADA-PB CPF 241533544-49

Objeto da Autorização
Autorizado a exercer atividades de Garimpagem, Faiscagem, Cata ou Extração, na área do(s) município(s) de C. Dantas, Aca
ri e Currais Novos. RN (sigla UF)

Unidade da SRF Expedidora 4a U.R.F.

Local e Data da Expedição Currais Novos, 24.03.86

Autoridade Expedidora Francisco Pereira do Lago
Diretor - Mat. 994

Fonte: Arquivo da família do autor.

Foi justamente no início da década de 1980, mais precisamente no ano de 1981, que eu nasci e ainda me recordo, dos tempos de infância, das sextas-feiras que meu pai chegava do garimpo, ainda com as vestimentas sujas de terra, trazendo o pouco do minério que conseguia garimpar durante toda a semana de trabalho.

Já na adolescência, pude conhecer e conviver no ambiente do garimpo. Apesar de acompanhar meu pai em diversos garimpos localizados nas proximidades da cidade de Parelhas/RN, não posso dizer que trabalhei como garimpeiro; afinal; meu pai nunca deixou que isso acontecesse, mas eu sempre o ajudava, na medida do possível. Aliás, essa foi uma das maiores virtudes do meu pai, ele nunca colocou nenhum dos seus nove filhos para trabalhar em

serviços pesados. Sempre incentivava para que todos estudassem e não media esforços para isso, conseguindo formar oito dos seus nove filhos.

Da vida no garimpo, aprendi muitas coisas, mas era preciso seguir em frente, e, no ano de 1997, ingressei no Colégio Agrícola de Jundiá⁴, foi nessa época que comecei a me identificar com a Matemática. Já gostava da disciplina desde o Ensino Fundamental, mas foi no Ensino Médio que pude perceber o quanto era importante para o nosso dia a dia, nas aplicações de seus conteúdos em situações-problema referentes à agricultura e à zootecnia.

Por causa desse encanto pela disciplina, resolvi prestar vestibular para Matemática e ingressei no curso no ano de 2001, vindo a me graduar no ano de 2004. Após a Licenciatura no Curso de Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), me submeti e fui aprovado na seleção para professor do Estado do Rio Grande do Norte, vindo a trabalhar como docente no ano de 2009.

Apesar de ter trabalhado por apenas um ano como professor efetivo do Estado do Rio Grande do Norte, pois em 2010 ingressei como servidor Técnico em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), essa experiência como docente foi muito importante; tive a oportunidade de trabalhar com o método de ensino que havia aprendido no Colégio Agrícola de Jundiá, ou seja, utilizando a Matemática para lidar com questões práticas do nosso dia a dia.

Lecionei para alunos do Ensino Fundamental e Médio que residiam na zona rural da cidade de Parelhas/RN e, mesmo sem ainda conhecer a Etnomatemática, já utilizava os saberes e fazeres desses alunos em suas atividades no campo para trabalhar com situações-problema que envolvessem esse contexto sociocultural. Procurava relacionar a Matemática com as questões vividas por esses alunos diariamente, das quais destaco: construção de cercados, barreiros, caixas d'água, irrigação, plantações, hortas, manejo do rebanho, formulação de ração, comercialização do leite, despesas com insumos, equipamentos e transporte.

Após alguns anos seguindo uma carreira de trabalho na área administrativa, os interesses por Ensino e Matemática voltaram a aflorar e todo esse resgate histórico contribuiu de forma significativa para a escolha do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM/UFRN). Assim, eu poderia dar continuidade a minha formação acadêmica e ter a oportunidade de desenvolver uma pesquisa no campo da Educação Matemática que contribuísse para o ensino e aprendizagem de Matemática na Educação Básica.

⁴ Hoje, Escola Agrícola de Jundiá (EAJ/UFRN), Campus de Macaíba/RN.

Nesse sentido, realizei o processo de seleção do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM/UFRN), no ano de 2016. Aprovado na primeira fase, continuei na mesma linha de pensamento, elaborando um projeto que relacionava um problema bastante relevante e preocupante de toda sociedade (o grande surto de casos de Dengue em todo o país) a uma proposta de ensino de Matemática na Educação Básica.

Na oportunidade, o professor Dr. Francisco de Assis Bandeira, membro da Banca de Seleção da Entrevista, com sua vasta experiência na área da Etnomatemática, fez o seguinte questionamento: “já que você fala em utilizar a Matemática para lidar com situações do nosso cotidiano, como você poderia utilizá-la em um contexto sociocultural?”. Citei a possibilidade de trabalhar com o contexto do garimpo, pois tinha uma proximidade familiar com a área que poderia ajudar na pesquisa com esse tema, ou seja, convivi e presenciei, por muitos anos, as atividades de extração e comercialização de minerais do meu pai, realizadas em garimpos da região do Seridó dos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba.

Aprovado na Seleção do Mestrado, fui comunicado que meu orientador seria o Professor Dr. Francisco de Assis Bandeira e, já na nossa primeira conversa, ele me apresentou uma vasta literatura sobre a Etnomatemática, informando que iríamos⁵ trabalhar com o contexto do garimpo, com a proposta que fora apresentada na entrevista de seleção do Mestrado.

Ao ingressar no Mestrado, tive a oportunidade de cursar importantes disciplinas que contribuíram diretamente com a nossa pesquisa. À medida que o curso avançava, as ideias eram aprimoradas e cada vez mais os caminhos iam sendo trilhados e delineados em busca dos nossos objetivos.

Da parceria pesquisador/orientador, destaco a participação em alguns dos eventos mais relevantes para nossa linha de pesquisa, como o 5º Congresso Brasileiro de Etnomatemática (CBEm5), realizado na Universidade Federal de Goiás (UFG), e o VII Congresso Internacional de Ensino da Matemática (VII CIEM), realizado no Campus da Universidade Luterana do Brasil, ULBRA, Canoas/RS. Fui apresentado, pelo meu orientador, a vários pesquisadores com trabalhos publicados na área da Etnomatemática, e tive a oportunidade de discutir o nosso tema, a Etnomatemática no Garimpo, com alguns desses estudiosos, trocando ideias e recebendo sugestões que foram fundamentais para a construção do nosso trabalho.

⁵ A partir de então, deu-se início a uma parceria entre o pesquisador e o orientador.

Não poderia deixar de registrar um pouco dessa trajetória, já que, foram essas raízes que me impulsionaram a realizar uma pesquisa que pudesse relacionar a Matemática, enquanto disciplina, a um contexto sociocultural tão pouco explorado.

Ademais, realizamos diversas pesquisas e buscas acerca da ligação entre a Matemática e o Garimpo e não encontramos nenhum estudo relacionado a essa temática, podendo haver alguma pesquisa em andamento que ainda não foi publicada.

Na seção a seguir, apresentaremos os objetivos da presente dissertação, partindo do geral para os específicos.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 Objetivo Geral

Investigar, à luz da Etnomatemática, os indícios de conhecimentos matemáticos que são utilizados pelos garimpeiros no processo de extração e comercialização de minerais em dois garimpos localizados na zona rural da cidade de Parelhas/RN e como estes podem contribuir para a elaboração de uma proposta de ação pedagógica para o ensino e aprendizagem de Matemática na Educação Básica.

1.2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, foram definidos:

- Apresentar um breve relato da história da mineração no município de Parelhas/RN;
- Sistematizar os conhecimentos matemáticos utilizados pelos garimpeiros na extração e comercialização dos minerais, na perspectiva da metodologia de ensino e aprendizagem por meio da Resolução de Problemas;
- Elaborar um Produto Educacional (Caderno de Atividades), com situações-problema inerentes ao contexto sociocultural do garimpo, destinado à professores e educadores da Educação Básica;

- Aplicar o Caderno de Atividades em uma turma da terceira série do Ensino Médio da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho, localizada na cidade de Parelhas/RN, com vistas à validação da referida proposta;
- Disponibilizar o Produto Educacional de forma impressa, em meios digitais e através de mídias, tornando-o acessível a toda comunidade acadêmica, em especial, aos professores e educadores da rede pública de ensino e aos garimpeiros da região pesquisada.

1.3 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está dividida em capítulos que se subdividem em seções e, sequencialmente, em subseções.

Inicialmente, apresentamos esta introdução, que traz um breve relato da biografia do autor, contando um pouco de sua trajetória acadêmica, suas raízes ligadas à temática da pesquisa, o garimpo e o encontro com a Etnomatemática, finalizando com os objetivos geral e específicos da investigação em tela.

No segundo capítulo, destacamos as bases que sustentam este trabalho, abordando na seção 2.1 alguns aspectos sobre a Etnomatemática na concepção de Ubiratan D'Ambrosio, além de outros pesquisadores alinhados à essa temática, estabelecendo relações entre o Programa Etnomatemática e os saberes e fazeres do grupo de garimpeiros pesquisados; na seção seguinte, apresentamos as possibilidades de utilização dos princípios etnomatemáticos na construção de uma proposta de ação pedagógica para o ensino-aprendizagem de Matemática na Educação Básica; e por fim, na seção 2.3, discutiremos acerca da metodologia de ensino por meio da Resolução de Problemas, analisando suas potencialidades para aplicação do Caderno de Atividades na Educação Básica.

O terceiro capítulo trata do Percorso Metodológico da pesquisa, considerada qualitativa em uma abordagem etnográfica. Neste, será exposto o contexto da pesquisa, inicialmente trazendo um breve histórico da mineração no município de Parelhas/RN. Logo em seguida, será apresentado o garimpo enquanto contexto, posteriormente, os garimpeiros analisados, as técnicas de coletas de dados e, por fim, os principais minerais que são extraídos desse ambiente natural.

No quarto capítulo, abordamos as investigações acerca dos saberes e fazeres dos garimpeiros diante das etapas de extração, separação, classificação, estocagem e comercialização dos minerais produzidos nos garimpos, analisando as contribuições dos indícios dos conhecimentos matemáticos nessas atividades para construção de uma proposta de ação pedagógica.

No quinto capítulo discorremos acerca da proposta de ação pedagógica (o Caderno de Atividades), Produto Educacional do Mestrado Profissional ao qual a presente pesquisa está vinculada, que foi produzido a partir das investigações realizadas nos garimpos pesquisados e será destinado a docentes e educadores da Educação Básica.

No sexto capítulo tratamos da aplicação do Caderno de Atividades que ocorreu na Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho, localizada na cidade de Parelhas/RN, e das análises dos materiais didáticos coletados na referida aplicação, juntamente com as observações empreendidas em sala de aula.

O sétimo capítulo diz respeito às considerações finais da pesquisa, seus resultados, e, por fim, temos as referências utilizadas na investigação e os apêndices indexados ao presente estudo.

2 ETNOMATEMÁTICA E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Neste capítulo, iremos discorrer acerca das bases que sustentaram a presente pesquisa, partindo dos princípios da Etnomatemática na concepção de D'Ambrosio (2015), dentre outros pesquisadores dessa temática, e em seguida apresentaremos a Resolução de Problemas como metodologia para o ensino de Matemática.

Nessa perspectiva, buscamos concatenar essas duas bases, com intuito de atender nosso objetivo geral, utilizando os princípios da Etnomatemática durante as investigações realizadas nos garimpos pesquisados e na Resolução de Problemas como metodologia de ensino que dará suporte à aplicação de uma proposta de ação pedagógica para o ensino e aprendizagem de Matemática na Educação Básica.

Na seção a seguir, abordaremos alguns aspectos da Etnomatemática, apresentando um breve histórico desse tema, mostrando algumas pesquisas desenvolvidas e publicadas na referida área, finalizando com a vinculação dessa temática ao contexto sociocultural do garimpo.

2.1 ALGUNS ASPECTOS SOBRE A ETNOMATEMÁTICA

Na sua evolução, espalhadas em pequenos grupos por várias regiões do planeta, as espécies que nos precederam foram aprimorando os instrumentos materiais e intelectuais para lidar com o seu ambiente e desenvolver novos instrumentos. Nessa expansão, as espécies vão se transformando, sob influência de clima, alimentação e vários outros fatores, e vão desenvolvendo técnicas e habilidades que permitem sua sobrevivência nas novas regiões que vão encontrando, incorporando novos fazeres e saberes (D'AMBROSIO, 2015).

Para Vergani (2007), a tradição, a arte, a filosofia e a religião das culturas mediterrâneas que presidiram à construção das Matemáticas ocidentais, estão naturalmente ausentes das fontes socioculturais de onde brotaram as construções Matemáticas de outros povos. Vemos que a pesquisadora mostra sua preocupação com uma História da Matemática que foi desenvolvida sem o reconhecimento das compreensões transculturais e transdisciplinares.

O percurso da Etnomatemática como campo de conhecimento teve início com as ideias de Ubiratan D'Ambrosio, no ano de 1975, ao discutir, no contexto do cálculo diferencial, o papel desempenhado pela noção de tempo nas origens das ideias de Isaac Newton. Na ocasião,

D'Ambrosio menciona que, utilizou o prefixo *etno* como significado mais amplo do que o restrito à palavra etnia, sendo este pesquisador posicionado como aquele que instituiu a Etnomatemática como uma perspectiva da Educação Matemática (KNIJNIK et al., 2012).

Os primeiros trabalhos de campo nessa área foram realizados por Eduardo Sebastiani Ferreira (1991, 1993, 1994), quando realizou e orientou investigações cujas pesquisas empíricas se desenvolveram em regiões da periferia urbana de Campinas e em comunidades indígenas do alto Xingu e do Amazonas. Segundo Knijnik et al. (2012), o educador, a partir de suas atividades de capacitação de professores indígenas para atuarem em suas comunidades, contribuiu para o aprofundamento teórico de questões relativas à Educação Indígena, destacando as conexões entre a *Matemática do branco* e a *Matemática-materna*, expressão que utilizou em relação à *língua materna* para expressar o conhecimento etno que a criança traz para a escola.

Knijnik et al. (2012, p. 20), mencionam outros trabalhos que fizeram parte da primeira fase das pesquisas relacionadas à Etnomatemática, são eles:

[...] Borba (1987; 1990; 1993), com crianças da favela Vila-Nogueira – São Quirino, em Campinas, que se constituiu na primeira dissertação na área; o de Carvalho (1991), com os índios Rikbaktsa, que vivem na região Centro-Oeste; o de Nobre (1989), sobre o jogo do bicho; o de Pompeu (1992), sobre as influências nas atitudes de professores de um trabalho que buscou introduzir no currículo escolar a Etnomatemática, e os de Knijnik (1996; 2016a), envolvendo pesquisas empíricas em regiões da periferia urbana de Porto Alegre e no meio rural do Rio Grande do Sul, junto a movimentos sociais camponeses.

Ainda conforme Knijnik et al. (2012), cabe destacar o trabalho de Paulus Gerdes em Moçambique que, em meados da década de 1970, após a independência do país, integrou a equipe internacional de docentes responsável pelo primeiro curso de formação de professores de Matemática para o ensino secundário, contribuindo para o surgimento do seu projeto Etnomatemática em Moçambique.

São inúmeras as pesquisas na área da Etnomatemática, dificilmente seria possível fazer uma relação completa das dissertações e teses, portanto, destacaremos apenas algumas destas que foram consultadas, a saber: a tese de Doutorado de Bandeira (2009), que trabalhou uma proposta pedagógica com os alunos do 5º ano do Ensino Fundamental em uma comunidade de horticultores de Gramorezinho/RN; a dissertação de Araújo Júnior (2013), que pesquisou os saberes e fazeres dos oleiros de uma cerâmica localizada no Povoado Currais Novos, em Jardim

do Seridó/RN, com uma proposta de uma sequência didática destinada ao ensino de Matemática nos níveis fundamental e médio para as escolas da comunidade e região; a dissertação de Moraes (2016), pesquisando os conhecimentos matemáticos implícitos nas operações comerciais de três feirantes da feira livre do Conjunto Habitacional de Nova Natal, em Natal/RN, trazendo como proposta pedagógica um Caderno de Atividades destinado aos professores da Educação Básica; e a tese de Miarka (2011), que entrevistou os cinco autores mais significativos no campo da Etnomatemática: Bill Barton, Eduardo Sebastiani, Gelsa Knijnik, Paulus Gerdes e Ubiratan D'Ambrosio.

Para Knijnik et al. (2012), apesar de a Etnomatemática procurar romper as fronteiras fortemente demarcadas da escola, seu interesse teve, e ainda tem como horizonte a Matemática escolar. No entanto, essa Matemática não é entendida como um mero conjunto de conteúdos e métodos a serem transmitidos aos estudantes de modo a oportunizar o desenvolvimento de seu raciocínio lógico, mas sim de uma disciplina diretamente implicada na produção de subjetividade, dando sentido às nossas vidas e às coisas do mundo.

Corroborando esse pensamento, D'Ambrosio (2015, p. 42-43) afirma que a proposta da Etnomatemática não pretende rejeitar a Matemática acadêmica:

[...] não se trata de ignorar nem rejeitar a matemática acadêmica, simbolizada por Pitágoras. Por circunstâncias históricas, gostemos ou não, os povos que, a partir do século XVI, conquistaram e colonizaram todo o planeta, tiveram sucesso graças ao conhecimento e comportamento que se apoiava em Pitágoras e seus companheiros da bacia do Mediterrâneo. Hoje, é esse conhecimento e comportamento, incorporados na modernidade, que conduz nosso dia-a-dia. Não se trata de ignorar nem rejeitar conhecimento e comportamento moderno. Mas sim, aprimorá-los, incorporando a ele, valores de humanidade, sintetizados numa ética de respeito, solidariedade e cooperação.

Transcorridas quase cinco décadas desde que, pela primeira vez, o professor Ubiratan D'Ambrosio apresentou suas ideias para a comunidade internacional, no 5º International Congresso on Mathematics Education (ISME-5), ocorrido em Adelaide, na Austrália, Knijnik et al. (2012, p. 27) afirmam que,

[...] hoje a Etnomatemática é reconhecida como campo de pesquisa, desenvolvida em importantes centros de investigação e universidades ao redor do mundo. Livros reunindo coletâneas de estudos, como os organizados por Powell e Frankenstein (1997), Domite, Ribeiro e Ferreiro (2004) e por Knijnik, Wanderer e Oliveira (2010) atestam tal crescimento. Além disso,

cabe mencionar o significativo número de dissertações e teses elaboradas na perspectiva da Etnomatemática e realização de eventos, como os Congressos Brasileiros de Etnomatemática (CBEm) – Sendo o primeiro realizado na Universidade de São Paulo (USP), em 2000; o CBEm2 na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), em 2004; e o CBEm3, na Universidade Federal Fluminense (UFF), em 2008 e os Congressos Internacionais de Etnomatemática (CIEm), que ocorrem a cada quatro anos, sendo que o primeiro foi desenvolvido em Granada/Espanha (1998), o segundo em Ouro Preto/Brasil (2002), o terceiro em Auckland/Nova Zelândia (2006) e o quarto em Baltimore/Estados Unidos (2010).

Destacamos ainda o 4^o Congresso Brasileiro de Etnomatemática (CBEm4), realizado na Universidade Federal do Pará (UFPA), e o CBEm5, realizado na Universidade Federal de Goiás (UFG), do qual tivemos a oportunidade de participar.

D'Ambrosio (2015) aponta distintas maneiras de um saber-fazer matemático na busca de lidar com o ambiente imediato e remoto, algumas privilegiam comparar, classificar, quantificar, medir, explicar, generalizar e inferir. Constatamos que tais maneiras estão presentes no saber/fazer do garimpeiro em sua atividade laboral, no uso cotidiano das ferramentas, materiais e até mesmo técnicas que são próprias a sua cultura, como podemos observar, na Figura 3, que mostra os garimpeiros trabalhando no garimpo.

Figura 3 – Garimpeiros trabalhando no garimpo



Fonte: Arquivo dos autores.

Ainda conforme esse autor, um enfoque etnomatemático está sempre ligado a uma questão maior, de natureza ambiental ou de produção, e raramente se apresenta desvinculado

das manifestações culturais, tais como arte e religião. Diante do exposto, D'Ambrosio (2015, p. 9) conceitua a Etnomatemática como

[...] a matemática praticada por grupos culturais, tais como comunidade urbanas e rurais, grupos de trabalhadores, classes profissionais, crianças de uma faixa etária, sociedades indígenas e tantos outros grupos que se identificam por objetivos e tradições comuns aos grupos.

Ao falar da sobrevivência e transcendência de indivíduos e povos em diferentes ambientes naturais, sociais e culturais, D'Ambrosio (2015) considera que a Etnomatemática é constituída, etimologicamente, por três partes: *etno*, *matema* e *tica*, como podemos observar na Figura 4:

Figura 4 – Etimologia da palavra Etnomatemática



Fonte: D'Ambrosio (2015, p. 2).

Segundo D'Ambrosio (2015, p. 60, grifo do autor),

Indivíduos e povos têm, ao longo de suas existências e ao longo da história, criado e desenvolvido instrumentos de reflexão, de observação, instrumentos materiais e intelectuais [que chamo *ticas*] para explicar, entender, conhecer, aprender para saber e fazer [que chamo de *matema*] como resposta a necessidade de sobrevivência e de transcendência em diferentes ambientes naturais, sociais e culturais [que chamo de *etno*]. Daí chamar o exposto acima de Programa Etnomatemática.

Identificamos as [*ticas*] como sendo as técnicas para explicar, entender e conhecer o saber e fazer [*matema*] em um determinado contexto sociocultural [*etno*], isto é o que Ubiratan

D'Ambrosio denomina de Programa Etnomatemática. Não obstante, este Programa nos auxiliou a compreender os saberes e fazeres do grupo de garimpeiros pesquisados em seu ambiente de trabalho.

Nesse perspectiva, reconhecendo os garimpeiros pesquisados como membros de uma cultura própria dessa classe de profissionais e diante do conceito de Etnomatemática exposto anteriormente por Ubiratan D'Ambrosio, foi possível identificar a Matemática utilizada no contexto sociocultural do garimpo no processo de extração e comercialização dos minerais, o que nos auxiliou na elaboração de nossa proposta de ação pedagógica, um Caderno de Atividades com situações-problema contextualizadas, envolvendo as atividades cotidianas dos garimpeiros observados.

2.2 ETNOMATEMÁTICA E SUA DIMENSÃO EDUCACIONAL

Para Vergani (2007), na década de 1960 a atitude *internalista* predominava nos métodos tradicionais de ensino de Matemática, isto é, a justificação dos programas centrava-se em uma coerência creditada pelos próprios conteúdos selecionados. Dizia-se aos alunos, por exemplo: *você está estudando as sucessões porque elas irão facilitar mais tarde o estudo das séries e das integrais*. O conjunto de *partida* e o de *chegada* da validação dos conteúdos era a própria Matemática, sempre que se explicava um critério justificativo. Hoje em dia, ainda é possível observar essas atitudes internalistas dentro das salas de aula, onde muitas vezes os professores, desprovidos de uma preparação adequada, justificam seus conteúdos dentro do próprio componente curricular, a Matemática, deixando os alunos com as mesmas dúvidas, *por que estou estudando esse assunto?* Nesse contexto, é notório o enfraquecimento do espírito crítico e criativo, perda da autoestima, bloqueios e frustrações com a aprendizagem de Matemática.

Conforme Vergani (2007), o conhecimento matemático adquire validade à medida que se integra, localmente, em um grupo humano. A Matemática, modelizando situações ou estruturando problemas, faz parte do diálogo vital que o homem tem com o meio. A educação Etnomatemática é um processo antropológico que veicula o estudo de técnicas, modos, artes e estilos de explicação, compreensão, aprendizagem, decorrentes da realidade tomada em diferentes meios naturais e culturais. A autora enfatiza ainda o potencial que a Etnomatemática desenvolve como prática escolar, através de “uma metodologia culturalmente dinâmica, um

enraizamento na realidade local, uma observação das práticas comportamentais e uma ação autenticamente sociossignificativa” (VERGANI, 2007, p. 25).

Dessa forma, parafraseando Vergani (2007), a Etnomatemática se descentraliza das referências habituais de um currículo uniforme ao qual a população escolar é obrigada a se conformar. Está consciente da necessidade de formar jovens capazes de se integrar num mundo globalizante, mas sem deixar de reconhecer os valores socioculturais específicos do meio no qual se inserem.

A educação, nessa transição, não pode focalizar a mera transmissão de conteúdos obsoletos, na maioria das vezes desinteressantes, inúteis e inconsequentes na construção de uma nova sociedade. O que podemos fazer para nossos alunos é oferecer os instrumentos comunicativos, analíticos e materiais para que possam viver, com capacidade crítica, numa sociedade multicultural e impregnada de tecnologia (D’AMBROSIO, 2015). D’Ambrosio (2015, p. 81) acrescenta ainda que,

A educação formal, baseada na transmissão de explicações e teorias (ensino teórico e aulas expositivas) e no adestramento em técnicas e habilidades (ensino prático com exercícios repetitivos), é totalmente equivocada, como mostra os avanços mais recentes de nosso entendimento dos processos cognitivos. Não se pode avaliar habilidades cognitivas fora do contexto cultural. Obviamente, capacidade cognitiva é própria de cada indivíduo. Há estilos cognitivos que devem ser reconhecidos entre culturas distintas, no contexto intercultural, e também na mesma cultura, no contexto intracultural.

Nesse sentido, torna-se necessário, o desenvolvimento de pesquisas que priorizem o estudo das habilidades cognitivas dos alunos, ao trabalharem com situações-problema pertencentes as suas realidades.

Analisando o material disponibilizado por dois eventos importantes da área da Educação Matemática, os anais dos Encontros Nacionais de Educação Matemática realizados em 2001, 2004 e 2008 e os dos Congressos Brasileiros de Etnomatemática que ocorreram em 2000, 2004 e 2008, Knijnik et al. (2012) constataram que a verdade que circula no âmbito da Educação Matemática sobre a importância de se trazer a realidade do aluno para as aulas de Matemática é bastante recorrente e não está restrita apenas ao campo etnomatemático, mesmo que nele ganhe certo destaque. Tal verdade apresenta diferentes perspectivas teóricas que têm embasado a pesquisa e a docência no âmbito da Educação Matemática.

Em consonância com Knijnik et al. (2012), entendemos que a ênfase na realidade do estudante, em sua cultura, deve ser vista como possibilidade de incorporação nas aulas de

Matemática. Presenciamos essa realidade, quando surpreendentemente nos deparamos com um ex-aluno de Matemática trabalhando no garimpo, nosso campo de pesquisa, na primeira visita realizada no dia 27 de outubro de 2016. Assim, reconhecer esse aluno, em seu espaço, suas raízes, sua cultura, seus conhecimentos e ampliar o olhar para além da restrita Matemática institucionalizada nos currículos, são aspectos a serem considerados nas produções etnomatemáticas. Nesse sentido, Knijnik et al. (2012, p. 69), ratificam que:

A falta de significado do que é ensinado em sala de aula, a desvinculação entre a realidade do aluno e o que é ensinado nas aulas de Matemática, estaria levando/introduzindo o aluno ao erro/fracasso e a seu desinteresse. Em direção oposta, a vinculação entre a Matemática Escolar e o mundo social mais amplo propiciaria ao aluno um maior interesse pelos conteúdos escolar.

Diante disso, consideramos que os alunos terão mais interesse em Matemática se tiverem a oportunidade de trabalhar seus conceitos em situações-problema que envolvam atividades do cotidiano, sendo motivados a buscar soluções para as questões propostas, despertando, dessa forma, o interesse pelo componente curricular matemático. À escola caberia, portanto, trazer a realidade do aluno, para, através do conhecimento matemático (acadêmico), examinar, explorar e fazer essa ligação com o contexto sociocultural (KNIJNIK et al., 2012).

A capacidade de explicar, de apreender e compreender, de enfrentar, criticamente, situações novas, constitui a aprendizagem por excelência. Apreender não é apenas a simples aquisição de técnicas e habilidades, nem a memorização de algumas explicações e teorias. Pensar sobre a escola, o currículo e, de modo especial, sobre a Educação Matemática, é pensar que os alunos sejam sempre mais importantes do que os currículos ou métodos de ensino; que o conhecimento não possa ser distanciado da plenitude humana, nem do aluno, nem do formador (D'AMBROSIO, 2015; VERGANI, 2007).

D'Ambrosio (1986) destaca elementos essenciais na evolução da Matemática e no seu ensino, o que a coloca fortemente arraigada a fatores socioculturais. Nessa perspectiva, a Matemática tem o caráter de uma atividade inerente ao ser humano, praticada com plena espontaneidade em seu ambiente sociocultural e, conseqüentemente, determinada pela realidade material na qual o indivíduo está inserido (D'AMBROSIO, 1986, p. 36).

De acordo com D'Ambrosio (2008), a Etnomatemática propõe uma pedagogia viva, dinâmica, de fazer o novo em resposta às necessidades ambientais, sociais, culturais, dando espaço à imaginação e à criatividade. Nesse sentido, a Etnomatemática possibilita analisar e observar as práticas matemáticas contextualizadas em diversos povos e comunidades,

contribuindo teoricamente para o reconhecimento de uma Matemática produzida em contextos distintos.

Para Vergani (2007, p. 26), “há três tipos de ‘matemáticas’ a serem consideradas: a dos profissionais, detentores de uma especialidade acadêmica; a das escolas, transmitidas aos alunos com fins educacionais; a do cotidiano, usada por cada um de nós nas práticas do dia a dia”, sendo esta última objeto da nossa pesquisa, à ótica da Etnomatemática, pela qual estaremos propondo uma ação pedagógica para o ensino-aprendizagem de Matemática na Educação Básica por meio da Resolução de Problemas.

2.3 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO METODOLOGIA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA

A necessidade atual de desenvolver, no âmbito da Educação Matemática, competências de ensino que privilegiem a motivação dos alunos e a capacidade de aprender a aprender como uma forma de garantir a sua adaptação aos desafios que a sociedade do conhecimento lhes coloca, justifica a necessidade de promover em contexto escolar o ensino de Matemática por meio de problemas⁶ (SMOLE, 2017).

A própria História da Matemática mostra que ela foi construída como resposta a perguntas provenientes de diferentes origens e contextos, motivadas por problemas de ordem prática para atender as necessidades apresentadas em cada época, ou seja, sempre que o homem se deparava com problemas que não conseguia resolver, buscava meios e estratégias para encontrar as soluções diante de questões de diversas naturezas como, divisão de terras, plantios, construções, navegações, além problemas vinculados a outras ciências, como a Física e a Astronomia. Desse modo, desde o princípio, a Matemática sempre esteve relacionada às situações-problema do cotidiano (BRASIL, 1998).

Conforme Souza e Nunes (2007), o problema deve ser olhado como um elemento que pode disparar um processo de construção do conhecimento centrado no aluno, que constrói os conceitos matemáticos à medida que elabora e aplica as estratégias para resolução dos problemas, sendo o professor responsável pela mediação e formalização desses conceitos.

⁶ Estamos considerando o conceito de problemas de acordo com as concepções de Onuchic e Alevatto (2011, p. 81), em que problema é “tudo aquilo que não se sabe, mas que se está interessado em fazer”.

Nessa perspectiva, acreditamos que a escolha de problemas geradores, apresentados dentro de um contexto do cotidiano desses alunos e trabalhados através da metodologia de ensino por Meio da Resolução de Problemas, pode despertar o interesse e a curiosidade dos estudantes.

Segundo Leal Júnior e Onuchic (2015), para evitar problemas de cunho metodológico, o docente necessita de muitos estudos, preparações e conhecimentos sobre a classe/turma onde atua, para não propor problemas fora de contexto e muito além das condições de resolução dos estudantes. Para isso, deve-se levar em consideração os conhecimentos e as experiências que os estudantes adquirem em situações semelhantes vivenciadas no cotidiano, contribuindo, dessa forma, para um processo de ensino e aprendizagem que regaste os conhecimentos prévios desses alunos.

Nesse sentido, Leal Júnior e Onuchic (2015) buscam afastar-se do ensino distante da realidade dos alunos, sem dar sentido à sua aprendizagem, evitando a simples representação de conceitos e o decorar de fórmulas e conteúdos. Para esses autores, ensinar um conteúdo sem a base necessária à sua formalização e seu entendimento, causa profundo prejuízo ao ensino e aprendizagem, visto que os alunos não se sentirão motivados, por não ter a oportunidade de aplicar os conhecimentos formalizados em uma situação real do cotidiano.

Portanto, a Etnomatemática dialoga com a Resolução de Problemas, como metodologia para o ensino de Matemática, em virtude de poder proporcionar o contexto para elaboração das situações-problema que serão trabalhadas no processo de ensino-aprendizagem dos conceitos matemáticos.

Nessa perspectiva, seguimos com o estudo da Etnomatemática, no contexto do garimpo, procurando identificar, nos saberes e fazeres dos garimpeiros a Matemática empírica presente nas atividades de extração e comercialização dos minerais, fornecendo, assim, subsídios para elaboração das situações-problema que compuseram a nossa proposta de ação pedagógica, a construção de um Caderno de Atividades, que é norteadada pela metodologia de ensino-aprendizagem por meio da Resolução de Problemas.

Para Beatriz D'Ambrosio (1989, p. 3), essa é uma metodologia de ensino,

[...] em que o professor propõe ao aluno situações-problema caracterizadas por investigação e exploração de novos conceitos. Essa proposta, mais atual, visa a construção de conceitos matemáticos pelo aluno através de situações que estimulam a sua curiosidade matemática. Através de suas experiências com problemas de naturezas diferentes o aluno interpreta o fenômeno

matemático e procura explicá-lo dentro de sua concepção da matemática envolvida. [...]. Nesse processo o aluno envolve-se com o “fazer” matemática no sentido de criar hipóteses e conjecturas e investigá-los a partir da situação-problema proposta.

Segundo Onuchic e Allevato (2004, p. 230), quanto “mais condições se deem aos discentes para pensar e testar uma ideia emergente, maior é a chance de essa ideia ser formada corretamente e integrada numa rica teia de ideias e de compreensão relacional”. Dessa forma, Onuchic e Allevato (2004, p. 223) propõem seis princípios que devem ser considerados antes de qualquer atividade, a saber:

- Resolução de Problemas coloca o foco da atenção dos estudantes sobre ideias matemáticas e sobre o dar-lhes sentido.
- Resolução de Problemas desenvolve um poder matemático nos estudantes, ou seja, uma capacidade de pensar matematicamente, utilizar diferentes e convenientes estratégias em diferentes problemas, permitindo aumentar a compreensão de conteúdos e conceitos matemáticos.
- Resolução de Problemas desenvolve a crença de que os estudantes são capazes de fazer Matemática e de que a Matemática faz sentido; a confiança e a autoestima dos estudantes aumentam.
- Resolução de Problemas fornece dados de avaliação contínua, que podem ser usados para a tomada de decisões instrucionais e para ajudar os estudantes a obter sucesso com a Matemática.
- Professores que ensinam dessa maneira se empolgam e não querem voltar a ensinar na forma dita tradicional. Sentem-se gratificados com a constatação de que os estudantes desenvolvem a compreensão por seus próprios raciocínios.
- A formalização dos conceitos e teorias matemáticas, feita pelo professor, passa a dar mais sentido para os estudantes.

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 2006), no ensino por meio de problemas, grande parte da responsabilidade pela aprendizagem é transferida para o aluno, na medida em que o coloca como ator principal desse processo. Esse sistema de ensino parte do princípio de que a aprendizagem se realiza pela construção dos conceitos pelo próprio aluno. Dessa forma, o aluno, ao confrontar suas concepções, constrói os conceitos pretendidos pelo professor, que assume o papel de mediador, de elemento gerador de situações-problema que propiciem esse conflito de concepções, cabendo ao aluno, o papel de construtor de seu próprio conhecimento matemático (BRASIL, 2006).

Nesse aspecto, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio apresentam uma distinção do que seria um ensino considerado tradicional e a metodologia de ensino por meio da Resolução de Problemas. Quanto ao primeiro, a concepção de origem ao padrão de ensino tem como premissa a *definição – exemplos – exercícios*, ou seja, a introdução de um novo conceito dar-se-ia pela sua apresentação direta do conceito seguida de certo número de

exemplos para que os alunos se familiarizem com um modelo padrão aos quais possam se referir em momentos posteriores, representando assim uma *cadeia fechada*; já na segunda concepção, tem-se o caminho inverso, ou seja, a aprendizagem de um novo conceito matemático dar-se-ia pela apresentação de uma situação-problema ao aluno, ficando a formalização do conceito como a última etapa do processo de aprendizagem, cabendo ao aluno o papel de construtor do conhecimento, tendo o professor como um mediador e orientador do processo ensino-aprendizagem, responsável pela sistematização do novo conceito matemático (BRASIL, 2006).

Desse modo, enfrentar e resolver uma situação-problema não significa apenas compreender o que é exigido, aplicar as técnicas ou fórmulas adequadas e obter a resposta correta percorrendo um processo mecânico, mas, além disso, necessita uma atitude de investigação científica em relação àquilo que está sendo resolvido, mesmo diante da solução que se obtém. Não obstante, um problema não acaba na conferência da resposta, exige a análise dos dados, a discussão das soluções e, finalmente, uma revisão e o questionamento da própria situação inicial (SMOLE, 2017).

Para Smole (2017), a Resolução de Problemas nesse sentido não é uma situação qualquer, focada em achar uma resposta de forma rápida e técnica para um problema proposto, mas sim, deve colocar o resolvidor, nesse caso, os alunos, diante de uma série de decisões a serem tomadas para alcançar um objetivo previamente traçado por eles mesmos ou que lhes foi proposto. Essa estratégia está centrada na ideia de superação de obstáculo pelo resolvidor, devendo, portanto, oferecer uma resistência suficiente que o leve a se envolver, interagir e mobilizar seus conhecimentos anteriores disponíveis, bem como suas representações, gerando então novas aprendizagens e formas de pensar.

A Resolução de Problemas, como eixo organizador do processo de ensino e aprendizagem de Matemática, é enfatizada pelos PCN, Brasil (1998, p. 40-41), nos seguintes princípios:

- A situação-problema é o ponto de partida da atividade matemática e não a definição. No processo de ensino e aprendizagem, conceitos, ideias e métodos matemáticos devem ser abordados mediante a exploração de problemas, ou seja, de situações em que os alunos precisem desenvolver algum tipo de estratégia para resolvê-las;
- O problema certamente não é um exercício em que o aluno aplica, de forma quase mecânica, uma fórmula ou um processo operatório. Só há problema se o aluno for levado a interpretar o enunciado da questão que lhe é posta e a estruturar a situação que lhe é apresentada;
- Aproximações sucessivas de um conceito são construídas para resolver um certo tipo de problema; num outro momento, o aluno utiliza o que

aprendeu para resolver outros, o que exige transferências, retificações, rupturas, segundo um processo análogo ao que se pode observar na História da Matemática;

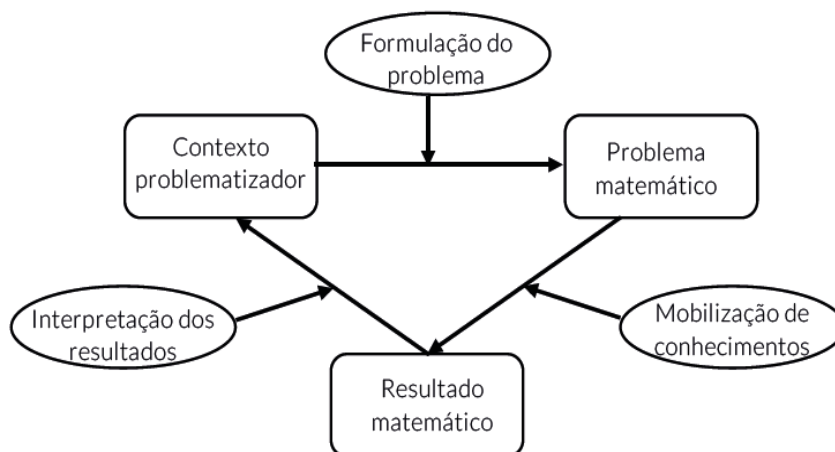
- Um conceito matemático se constrói articulado com outros conceitos, por meio de uma série de retificações e generalizações. Assim, pode-se afirmar que o aluno constrói um campo de conceitos que toma sentido num campo de problemas, e não um conceito isolado em resposta a um problema particular;
- A resolução de problemas não é uma atividade para ser desenvolvida em paralelo ou como aplicação da aprendizagem, mas uma orientação para a aprendizagem, pois proporciona o contexto em que se pode apreender conceitos, procedimentos e atitudes matemáticas.

O fato de o aluno ser estimulado a questionar sua própria resposta e o problema, a transformar um dado problema numa fonte de novos problemas, a formular problemas a partir de determinadas informações, a analisar problemas abertos que admitem diferentes respostas em função de certas condições, evidencia uma concepção de ensino e aprendizagem que não é pautada na mera reprodução de conhecimentos, mas na via da ação refletida que constrói conhecimentos (BRASIL, 1998).

Dessa forma, a resolução de problemas possibilita aos alunos mobilizar conhecimentos e desenvolver a capacidade para gerenciar as informações que estão a seu alcance. Assim, os alunos terão oportunidade de ampliar seus conhecimentos acerca de conceitos e procedimentos matemáticos, bem como de ampliar a visão que têm dos problemas e da realidade do mundo em geral (BRASIL, 1998).

Ao elaborar e aplicar estratégias para resolução de problemas, o aluno desenvolve a capacidade de refletir sobre a sua própria forma de pensar. Isso contribui para que ele desenvolva a capacidade de confrontar a resposta encontrada na resolução do problema com o contexto gerador do problema (BRASIL, 2016).

Figura 5 – Formulação do problema no contexto



Fonte: (BRASIL, 2016).

Nesse sentido, entendemos que os alunos, partindo de situações-problema que sejam baseadas no contexto local, de questões práticas e relevantes de uma comunidade específica, no caso de nossa pesquisa, o contexto do garimpo, poderão desenvolver sua autoconfiança, ampliar seu olhar para uma Matemática além de fórmulas e cálculos, bem como compreender e aplicar os conceitos apropriados em outros contextos.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2016a), o processo de aprender uma noção em um contexto, abstrair e depois aplicá-la em outro contexto, envolve capacidades essenciais, como criar, formular, empregar, interpretar, avaliar e não somente a resolução de enunciados típicos que são, muitas vezes, meros exercícios e apenas simulam alguma aprendizagem. Essa afirmação parte do princípio de que o importante não é apenas a resolução do problema em si, mas que os alunos reflitam e questionem o que ocorreria se algum dado do problema fosse alterado ou se alguma condição fosse acrescida ou retirada, participando, dessa forma, da construção dos conceitos matemáticos e adquirindo autoconfiança para suas aplicações em outros contextos, por vezes, distantes de sua realidade (BRASIL, 2016).

Para Leal Júnior e Onuchic (2015), no processo de ensino e aprendizagem norteado pela Resolução de Problemas, o foco não está na resposta ou na solução do problema, mas sim nos pensamentos produzidos e traduzidos pelos conceitos e princípios que possam destacar a resolução do problema que se pretende estudar. Deve-se, portanto, levar em consideração o trabalho coletivo, as discussões entre os pares e o construto dos alunos acerca dos procedimentos de suas resoluções.

Segundo Smole (2017), para que esse processo se desenvolva plenamente, o ensino de Matemática deve, primeiramente, favorecer um ambiente de aprendizagem que simule na sala de aula uma comunidade matemática, em que todos possam participar, opinar, comunicar e trocar informações e experiências. Ainda conforme Smole (2017, p. 2),

Nessa comunidade, os alunos – mediados por um professor que questiona, instiga a análise, valoriza a troca de impressões e opiniões – desenvolvem um conhecimento matemático que lhes permite identificar, selecionar e utilizar estratégias adequadas ao resolver situações-problema por meio de diferentes processos de resolução, em detrimento das respostas mecânicas para problemas sem sentido para eles [...] além disso, ganha força a opção pelo processo de socialização da aprendizagem, pautado em trabalhos em grupo, estratégia fundamental na formação de um ambiente matemático. As discussões entre pares permitem que o resolvidor-aluno analise várias alternativas, o que é essencial para o desenvolvimento das ideias matemáticas, e desenvolva a percepção de que a resolução de problemas não é uma tarefa solitária.

Leal Júnior e Onuchic (2015) afirmam que não há métodos específicos e rígidos para desenvolver um trabalho na perspectiva de ensino-aprendizagem por meio da Resolução de Problemas, considerando que cada estudante é um ser singular, que compõe grupos singulares na multiplicidade da sala de aula, cabendo ao docente o reconhecimento desses fatores na hora de se propor problemas visando ao aprendizado.

Nessa perspectiva, Onuchic e Allevato (2011, p. 83-84) apresentaram um roteiro para auxiliar os professores na aplicação das situações-problema em suas aulas. Partindo de uma temática inerente a um determinado contexto sociocultural, tal roteiro consiste, em suma, na orientação das etapas da Resolução de Problemas em nove passos, são estas:

- 1) Preparação do problema – Selecionar um problema visando à construção de um novo conceito, princípio ou procedimento;
- 2) Leitura individual – Entregar uma cópia do problema para cada aluno e solicitar que seja feita sua leitura;
- 3) Leitura em conjunto – Formar grupos e solicitar nova leitura do problema, agora nos grupos;
- 4) Resolução do problema – de posse do problema, sem dúvidas quanto ao enunciado, os alunos, em seus grupos, num trabalho cooperativo e colaborativo, buscam resolvê-lo;
- 5) Observar e incentivar – Nessa etapa observa, analisa o comportamento dos alunos e estimula o trabalho colaborativo.
- 6) Registro das resoluções na lousa – representantes dos grupos são convidados a registrar na lousa, suas resoluções. Resoluções certas, erradas ou feitas por diferentes processos devem ser apresentadas para que todos os alunos as analisem e discutam.
- 7) Plenária – para esta etapa são convidados todos os alunos para participarem da discussão dessas diferentes resoluções, para defenderem seus pontos de vista e esclarecerem suas dúvidas. O professor se coloca como guia e mediador das discussões, incentivando a participação ativa e efetiva de todos os alunos. Este é um momento bastante rico para a aprendizagem.
- 8) Busca de consenso – após serem sanadas as dúvidas e analisadas as resoluções e soluções obtidas para o problema, o professor tenta, com toda a classe, chegar a um consenso sobre o resultado correto.
- 9) Formalização do conteúdo – neste momento, denominado “formalização”, o professor registra na lousa uma apresentação “formal” – organizada e estruturada em linguagem matemática – padronizando os conceitos, os princípios e os procedimentos construídos através da resolução do problema, destacando as diferentes técnicas operatórias e as demonstrações das propriedades qualificadas sobre o assunto.

Segundo essas autoras, não é que se pretenda restringir as atividades em sala de aula com esse roteiro, mas sim orientar e fornecer subsídios para a atuação de professores e de estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Nessa perspectiva, estaremos incorporando

tais recomendações nos objetivos do Caderno de Atividades que construiremos como proposta de ação pedagógica para o ensino de Matemática na Educação Básica.

Diante do exposto, Leal Júnior e Onuchic (2015) reiteram que, para o trabalho com essa metodologia é necessário ainda que os sujeitos envolvidos estejam desterritorializados e livres das amarras de certos conteúdos e currículos sequencialmente instituídos para um determinado período letivo. Essa prerrogativa é de suma importância para nossa pesquisa, haja vista que os problemas elaborados em nossa proposta pedagógica, podem potencializar o estudo e promover uma busca por outros conceitos diferentes dos inicialmente trabalhados. Por se tratar de problemas ditos abertos⁷, os alunos podem transitar pelos meios que dispõem para elaborar as estratégias e possíveis soluções para as situações-problema.

No que se refere às concepções dos principais documentos oficiais da educação brasileira aqui apresentadas, bem como ao pensamento de importantes autores acerca da utilização da metodologia de ensino por meio da Resolução de Problemas, concordamos com estes quanto ao entendimento de que, ensinar Matemática por meio da Resolução de Problemas, apontando o problema como objeto que inicia e fomenta a construção e a formação de um novo conceito matemático, contribui para um processo de ensino e aprendizagem pautado na participação efetiva dos alunos, e que, trabalhar esses problemas com situações reais e cotidianas, pode motivá-los e até mesmo despertar o interesse pelo componente curricular matemático.

Nesse sentido, considerando que o público-alvo da presente pesquisa comportará alunos provenientes de famílias de garimpeiros ou até mesmo trabalhadores de garimpos, a utilização de situações-problema inerentes ao contexto sociocultural desse aluno, mediante uma abordagem Etnomatemática em diálogo com a Resolução de Problemas, trará para o ambiente escolar a valorização e o resgate histórico e cultural desse discente que possivelmente terá mais facilidade de fazer o levantamento de seus conhecimentos prévios no processo de resolução das situações-problema, dando sentido aos conceitos matemáticos.

A seguir, apresentaremos o caminho metodológico percorrido durante a realização da presente pesquisa, onde iremos discorrer acerca das etapas do percurso de investigação dos saberes e fazeres dos garimpeiros em seu ambiente de trabalho.

⁷ “A solução do problema aberto conduz-nos a diversas respostas, todas elas possíveis. Parte-se de sua própria solução e da análise da resposta mais conveniente em cada momento. Tal orientação propõe um rompimento com a visão fechada de uma única racionalidade na solução dos problemas, de uma resposta única” (NUÑEZ; RAMALHO, 2004, p. 154).

3 PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Visando contemplar os objetivos definidos previamente para o presente estudo, seguimos os procedimentos metodológicos desta pesquisa, pautados nas concepções da pesquisa qualitativa, utilizando alguns elementos da Etnografia para coleta de dados, tais como, o diário de campo, a gravação de vídeos, a entrevista semiestruturada e a observação participante.

Este capítulo será reservado ainda à apresentação do contexto da pesquisa, inicialmente trazendo um breve histórico da mineração no município de Parelhas/RN, em seguida, o garimpo enquanto contexto, os sujeitos analisados, os minerais que são extraídos dos garimpos pesquisados e o público-alvo da proposta de ação pedagógica, os alunos de Educação Básica da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho, localizada na cidade de Parelhas/RN.

3.1 PESQUISA QUALITATIVA EM UMA ABORDAGEM ETNOGRÁFICA

A pesquisa desenvolvida neste trabalho é de natureza descritiva numa abordagem qualitativa, considerando que o presente estudo concentra-se na observação, registro e análise de dados coletados em um ambiente natural, o garimpo, e na aplicabilidade destes numa proposta de ação pedagógica para o ensino-aprendizagem de Matemática na Educação Básica, não havendo manipulação dos dados, tampouco interferência do pesquisador.

Bogdan e Biklen (1994) apontam uma pesquisa qualitativa com as seguintes características: na investigação qualitativa, a fonte direta de dados é o ambiente natural, sendo o investigador o instrumento principal; a investigação qualitativa é descritiva; os investigadores qualitativos se interessam mais pelo processo do que, simplesmente, pelos resultados ou produtos; os investigadores qualitativos tendem a analisar os dados de forma indutiva e o significado é de importância vital na abordagem qualitativa.

No ambiente do garimpo, realizamos a investigação dos saberes e fazeres dos garimpeiros em suas atividades de extração e comercialização dos minerais, sempre buscando identificar os conhecimentos matemáticos utilizados por estes durante o dia a dia de trabalho. Para que isso fosse possível, utilizamos alguns elementos da pesquisa etnográfica e seus instrumentos de coleta de dados, tais como, o diário de campo, a entrevista semiestruturada e a observação participante.

Para Rocha e Eckert (2008), a prática da pesquisa de campo etnográfica encontra sua especificidade no âmbito antropológico, sendo composta de técnicas e procedimentos de coleta de dados associados a uma prática de trabalho de campo que toma como base uma convivência mais ou menos prolongada do pesquisador junto ao grupo social a ser estudado, recorrendo primordialmente às técnicas de pesquisa da observação direta, de conversas informais e formais e as entrevistas não diretas.

Segundo Laville e Dionne (1999), essa estratégia objetiva essencialmente o estudo de grupos ou de comunidades, compartilhando as atividades, os comportamentos e até mesmo as atitudes e os sentimentos das pessoas que o compõem. Esse meio, ou esse campo, como é chamado habitualmente, será, ora uma comunidade bem circunscrita, a população de uma cidade, de um bairro, de uma vila, o pessoal de uma empresa, uma comunidade religiosa, ora um grupo menos definido, como a população de prédio abandonado, por exemplo, ou grupos diversos de marginais.

Nesse sentido, entendemos que o grupo de garimpeiros em suas atividades no ambiente de trabalho, o garimpo, apresenta as características necessárias para a realização de uma pesquisa qualitativa em uma abordagem etnográfica.

Segundo André (1995), a etnografia se preocupa com o significado, com a maneira própria com que as pessoas veem a si mesmas e com as experiências do mundo que as cerca. O pesquisador deve tentar apreender e retratar essa visão pessoal dos participantes, sempre com a ênfase no processo, naquilo que está ocorrendo e não no produto ou nos resultados finais.

A pesquisa etnográfica busca a formulação de hipóteses, conceitos, abstrações, teorias e não sua testagem. Para isso, faz uso de um plano de trabalho aberto e flexível, em que os focos da investigação vão sendo constantemente revistos, as técnicas de coleta reavaliadas, os instrumentos reformulados e os fundamentos teóricos repensados (ANDRÉ, 1995).

Para Moreira (2011, p. 47), em uma pesquisa etnográfica:

O pesquisador participa, o quanto é possível, da vida normal do grupo pesquisado, da cultura pesquisada. A pesquisa é conduzida no cenário natural dos eventos, no contexto no qual ocorrem os acontecimentos, através de observação participativa. Para chegar a uma compreensão descritiva contextualizada da cultura, o pesquisador tem que se manter em tal cultura, aprender a 'linguagem nativa'.

Um dos fatores primordiais para contemplar nossos objetivos durante a realização da presente pesquisa, foi a observação participante. O convívio com os garimpeiros em seu

ambiente de trabalho, durante as seis visitas realizadas aos garimpos, no período de outubro de 2016 a outubro de 2017, nos proporcionou uma compreensão do contexto social, cultural e econômico desse grupo de trabalhadores e isso contribuiu de forma significativa para a coleta e análise dos dados no ambiente natural do garimpo.

Portanto, a observação participante é sem dúvida a técnica privilegiada para investigar os saberes e as práticas na vida social e reconhecer as ações e as representações coletivas na vida humana. É se engajar em uma experiência de percepção de contrastes sociais, culturais e históricos (ROCHA; ECKERT, 2008).

Outras características importantes na pesquisa etnográfica são a descrição e a indução. O pesquisador faz uso de uma grande quantidade de dados descritivos: situações, pessoas, ambientes, depoimentos, diálogos, que são por ele reconstruídos em forma de palavras ou transcrições literais (ANDRÉ, 1995). Tais dados, provenientes das entrevistas, diálogos informais e da observação participante no ambiente do garimpo, estão detalhados na seção 3.3, intitulada *Os Sujeitos da Pesquisa*, disponível no presente capítulo.

Ressaltamos ainda que não tivemos o propósito de realizar uma pesquisa estritamente etnográfica, em que o pesquisador precise permanecer por um longo período no ambiente a ser analisado. Utilizamos apenas alguns elementos da etnografia, visto que, o contexto sociocultural, o garimpo, foi pesquisado para que pudéssemos identificar na prática laboral dos garimpeiros as situações-problema que iriam nortear a construção do Caderno de Atividades, que será proposto como Produto Educacional do Mestrado Profissional no qual nossa linha de pesquisa está inserida.

Diante disso e buscando atender aos objetivos desta pesquisa, de investigar, à luz da Etnomatemática, os saberes e fazeres de um grupo de garimpeiros em seu ambiente de trabalho, entendemos que a utilização de alguns elementos da pesquisa etnográfica foi de fundamental importância para identificar a Matemática presente no contexto sociocultural do garimpo, utilizada durante o processo de extração e comercialização dos minerais.

No que diz respeito às questões éticas, Laville e Dionne (1999) ratificam que é de fundamental importância que o pesquisador informe aos participantes da pesquisa sobre o seu papel, dando-os inicialmente a oportunidade de aceitar ou recusar a sua presença no ambiente peculiar do grupo pesquisado.

Desse modo, na primeira visita de reconhecimento, realizada no dia 27 de outubro de 2016, fui recepcionado pelo dono dos garimpos, o senhor Josimar Arcanjo de Araújo, que se

disponibilizou em me apresentar todo o espaço e funcionamento da mineração, os minerais⁸ que são extraídos nos garimpos, as técnicas⁹ utilizadas para a extração destes, bem como toda estrutura e funcionários que ali desenvolvem suas atividades de garimpeiros. Na oportunidade, o senhor Josimar Arcanjo de Araújo concedeu-me o aval para realização da presente pesquisa e se dispôs a colaborar no que fosse necessário durante a minha permanência nos garimpos.

Logo após o consentimento para realização da pesquisa em campo, iniciamos as visitas exploratórias, utilizando a observação participante para realização das investigações dos saberes e fazeres dos garimpeiros em seu ambiente de trabalho.

Conforme Rocha e Eckert (2008), as primeiras inserções no universo de pesquisa, conhecidas como *saídas exploratórias*, são norteadas pelo olhar atento ao contexto e a tudo que acontece no espaço observado. A curiosidade é logo substituída por indagações sobre como a realidade social é construída.

No decorrer das visitas seguintes, busquei me familiarizar com o grupo de garimpeiros que ali desenvolvem suas atividades laborais, sendo bem aceito. Tive a oportunidade de conviver e viver um pouco da realidade no âmbito contextual do garimpo, que, para mim, não era tão estranho, pois como já citado inicialmente na introdução do presente trabalho, sou filho de garimpeiro e já frequentei e presenciei como é o dia a dia de trabalho em alguns garimpos da região do Seridó dos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba.

Mesmo com a total imparcialidade que necessita ter um pesquisador no desenvolvimento de uma pesquisa qualitativa, tivemos um bom relacionamento com os garimpeiros, que ficaram mais à vontade durante as conversas informais, nas entrevistas semiestruturadas e durante os questionamentos referentes às práticas de extração e comercialização dos minerais.

Abordaremos os procedimentos metodológicos que foram utilizados para coleta dos dados no garimpo, na seção 3.3, *Os Sujeitos da Pesquisa*.

Na seção seguinte, apresentaremos o contexto desta pesquisa, onde iremos discorrer acerca dos dois garimpos escolhidos para realização do presente estudo.

⁸ Faremos uma apresentação detalhada desses minerais na seção 3.4 da presente pesquisa.

⁹ Apresentaremos tais técnicas de extração dos minerais no capítulo 4, *Contribuições dos saberes e fazeres dos garimpeiros para uma proposta de ação pedagógica para o ensino de Matemática na perspectiva da Resolução de Problemas*.

3.2 O CONTEXTO DA PESQUISA

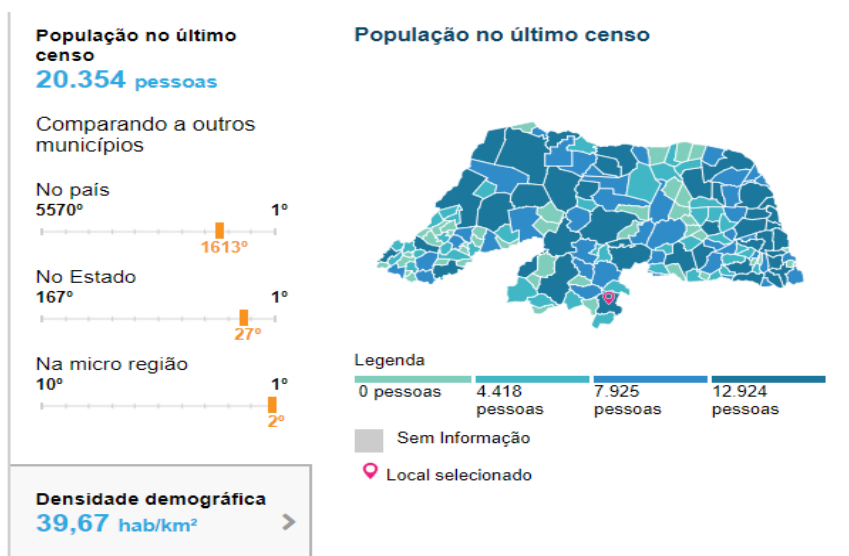
Como posto inicialmente na seção 1.1, *Ao Encontro da Etnomatemática*, a escolha pelo contexto sociocultural do garimpo para realização desta pesquisa está estritamente ligada às raízes familiares do pesquisador, pois seu pai, o senhor Francisco de Souza Lima, dedicou-se durante muitos anos ao tralho em garimpos da região do Seridó dos Estados do Rio Grande do Norte/RN e Paraíba/PB.

Antes de apresentarmos os dois garimpos escolhidos para realização desta pesquisa, elucidamos um pouco da história da mineração na região pesquisada, mais precisamente na cidade de Parelhas, interior do Estado do Rio Grande do Norte/RN.

3.2.1 Breve histórico da mineração no município de Parelhas

A cidade de Parelhas fica localizada na mesorregião Central Potiguar e na microrregião Seridó Ocidental, limitando-se com os municípios de Santana do Seridó, Jardim do Seridó, Equador, Carnaúba dos Dantas e com o Estado da Paraíba, distante 245 quilômetros da capital do Estado, Natal-RN, e sua população é de aproximadamente 20.354 habitantes (BRASIL, 2010).

Figura 6 – Dados do município de Parelhas/RN, segundo o IBGE



Fonte: (BRASIL, 2010)¹⁰

¹⁰ Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/rn/parelhas/panorama>>. Acesso em: 02 set. 2016.

Figura 7 – Mapa de localização da cidade de Parelhas/RN



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na região Seridó do Estado do Rio Grande do Norte, mais precisamente na cidade de Parelhas, a partir do ano de 1937, os garimpeiros já escavavam nas serras da região em busca de minerais, especialmente, berilo, columbita e tantalita. As atividades incipientes de garimpagem ocorriam na Província Pegmatítica da Borborema¹¹, iniciadas no Alto do Boqueirão¹². Nessa ocasião, toda a produção de columbita-tantalita era exportada para a Alemanha, mas foi durante o período da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), que a mineração se desenvolveu por todo o Nordeste brasileiro. Nesse período, os Estados Unidos incentivaram a procura por minerais estratégicos que seriam utilizados na indústria bélica, como o tungstênio e o tântalo, ocasião que houve bastante crescimento da exploração na Província Pegmatítica da Borborema, na região Seridó dos Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba (LIMA, 2009).

Em relato fornecido pelo senhor Francisco de Souza Lima, que é um dos garimpeiros mais antigos da região, e ainda com muita lucidez, a atividade de mineração sempre foi uma saída para o homem do campo, pois durante os períodos de longa estiagem na região do Seridó/RN, garimpavam nas serras e nos leitos dos riachos, de forma rudimentar, em busca dos minerais, tais como, columbita, tantalita, mica e berilo, para complementar a renda familiar.

¹¹ A Província Pegmatítica da Borborema estende-se por uma área de aproximadamente 75 x 150 km, entre 5°45' e 7°15' S de latitude e 35°45' e 37°00' W de longitude, abrangendo partes dos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte (FERREIRA et al., 2008).

¹² Localizado na Serra das Queimadas, situa-se a três quilômetros da cidade de Parelhas/RN, nas proximidades da Barragem Ministro João Alves (Boqueirão).

Corroborando as informações do senhor Francisco de Souza Lima, Nascimento, Petta e Campos (2014, p. 58) ratificam que,

[...] a mineração, juntamente com a agricultura de subsistência são as duas fontes de renda destas populações. Assim, surgiu o agricultor-garimpeiro ou o garimpeiro-agricultor. A maioria da população sobrevive economicamente da agricultura de subsistência, atividade realizada durante o período chuvoso da região entre os meses de janeiro e abril e da garimpagem nos demais meses do ano.

Ao longo dos anos, a atividade de mineração na região cresceu e surgiram algumas empresas de beneficiamento dos minerais brutos, dentre eles, o feldspato e a albita, como também o interesse de compradores por pedras preciosas e semipreciosas, como as turmalinas, morganita, euclásio, citrino, rubelita, água-marinha, vindos do Estado de Minas Gerais-MG, mais precisamente da cidade de Teófilo Otoni, forte polo de comércio mineral do Brasil. Com esse crescimento, ocorreu a necessidade de projetos nessa área. Conforme aponta Lima (2009, p. 18), a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), desenvolveu uma série de projetos específicos, objetivando estimular o desenvolvimento do setor mineral no Nordeste Oriental. Dentre os principais projetos, destacam-se:

[...] o Projeto Estudos dos Garimpos Brasileiros nos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, em 1984; o Projeto Pegmatitos do Nordeste Oriental, em 1993; A Caracterização e Mercado dos Minerais de Pegmatitos da Província Borborema, em 1994; o Projeto Pegmatitos da Região Seridó dos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, em 1996; os Projetos Minerais Industriais e Gemas do Estado do Rio Grande do Norte, realizado em convênio com o Governo do Estado, em 1999; o Projeto Minerais Industriais e Gemas da Província Borborema, em 2002.

Atualmente, as atividades que envolvem a extração de recursos minerais em pegmatitos¹³ na Região do Seridó englobam, principalmente, os municípios de Currais Novos, Parelhas, Equador e Ouro Branco, no estado do Rio Grande do Norte, e Picuí, Nova Palmeira, Pedra Lavrada, Cubati, Junco, Juazeirinho e Santa Luzia, no Estado da Paraíba. Essas regiões apresentam um forte potencial para a mineração, tanto para minerais comuns, como o quartzo, feldspato, albita, tantalita, columbita, berilo, caulim e mica, quanto para as pedras semipreciosas

¹³ Pegmatito, pegmatite ou pegmatita, é a designação dada a uma rocha ígnea de grão grosseiro em o que o tamanho dos grãos (minerais) é igual ou maior que 20 mm. Diz-se que essas rochas apresentam textura porfirítica ou pegmatítica (MELO, 2011).

e preciosas, como a água-marinha, turmalina, morganita, euclásio, citrino, rubelita, além de rochas ornamentais, destinadas a setores de indústrias diversificadas, como cerâmica, vidro, papel, tintas, metalurgia, isolantes, indústria petrolífera, joalheria e construção civil (LIMA, 2009).

3.2.2 O garimpo como contexto

O campo de nossa pesquisa é constituído de dois garimpos localizados no sítio Cumbe, na zona rural do município de Parelhas-RN, distantes 18 quilômetros do centro da referida cidade. O percurso para chegar até o referido local é realizado por meio de uma estrada não pavimentada, conforme mostra uma ilustração de deslocamento do pesquisador do centro da cidade de Parelhas até os garimpos pesquisados, registrado pelo aplicativo Strava¹⁴ (ver Figura 8).

Figura 8 – Percurso do centro da cidade de Parelhas/RN aos garimpos pesquisados



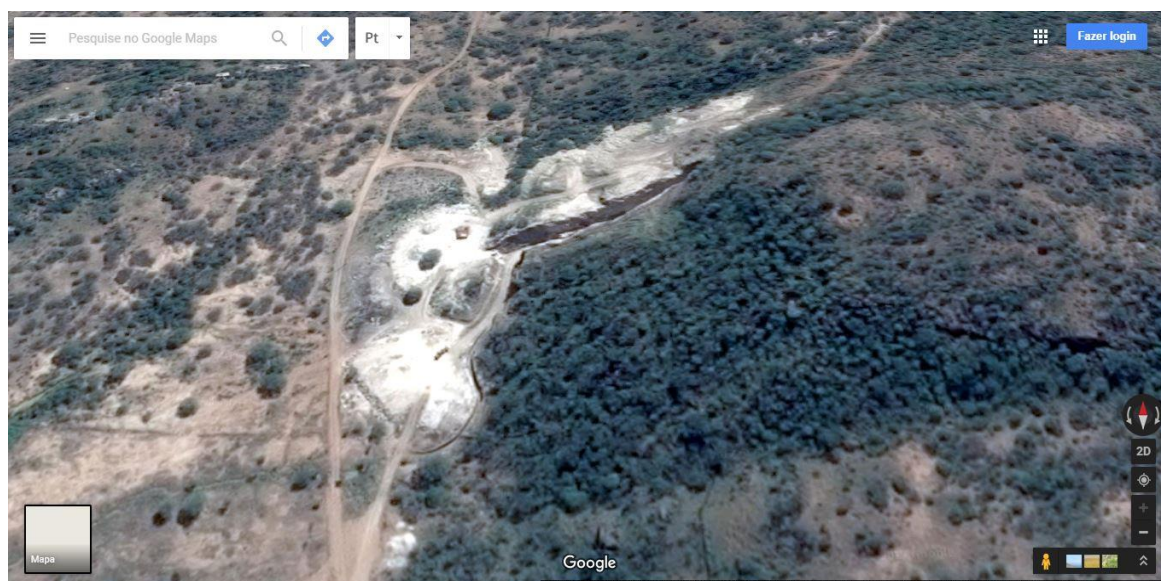
Fonte: Aplicativo Strava¹⁵

As figuras tridimensionais 9 (garimpo 1) e 10 (garimpo 2), recortadas do Google Maps, apresentam uma visão geral e espacial do nosso campo de pesquisa, os dois garimpos localizados no sítio Cumbe, na cidade de Parelhas.

¹⁴ Aplicativo utilizado por atletas profissionais e amadores para registrar, via celular ou aparelhos que façam uso do GPS, seus treinos em diversos tipos de esporte. Nele, o esportista pode obter informações sobre o percurso utilizado, velocidade média durante o trajeto, ganho de elevação, dentre outros dados.

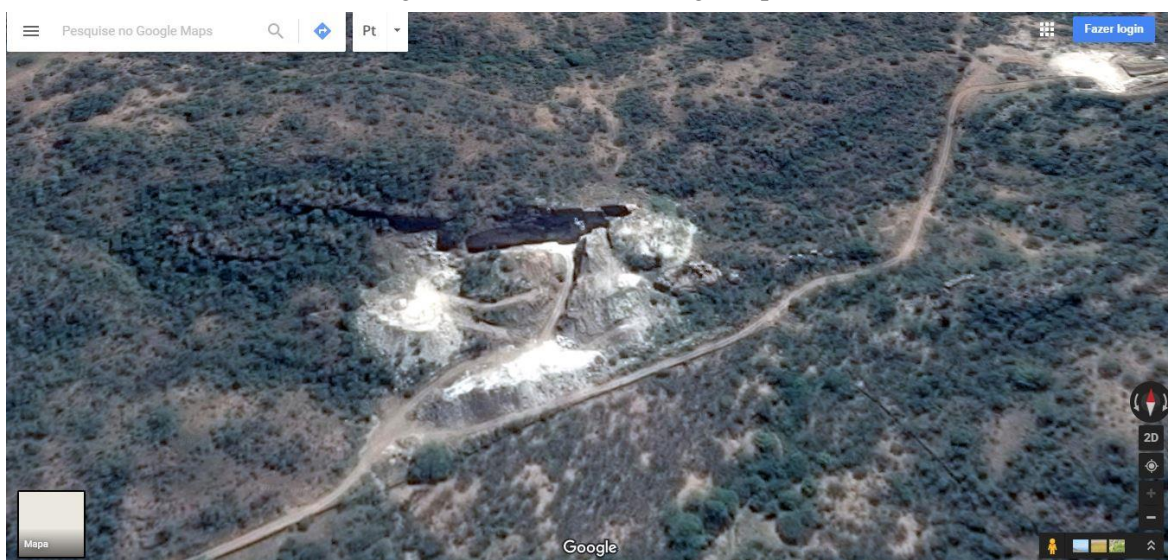
¹⁵ Disponível em: <<https://www.strava.com/segments/14868673>>. Acesso em: 09 ago. 2017.

Figura 9 – Vista aérea do garimpo 1



Fonte: Google Maps¹⁶

Figura 10 – Vista aérea do garimpo 2



Fonte: Google Maps¹⁷

Nas Figuras 11 e 12, apresentamos os respectivos garimpos em registros realizados *in loco* durante a realização de nossas visitas.

¹⁶ Disponível em: <<https://www.google.com/maps/@-6.7609631,-36.5838871,291a,35y,44.93t/data=!3m1!1e3>>. Acesso em: 09 set. 2017.

¹⁷ Disponível em: <<https://www.google.com/maps/@-6.7625237,-36.5773328,313a,35y,44.93t/data=!3m1!1e3>>. Acesso em: 09 ago. 2017.

Figura 11 – Vista do garimpo 1



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 12 – Vista do garimpo 2



Fonte: Arquivo dos autores.

O garimpo geralmente é um ambiente muito fechado e isso talvez justifique as poucas pesquisas nesta área, as que são encontradas normalmente estão ligadas à Geologia. Quando aprofundamos nossas buscas à procura de estudos envolvendo o garimpo como contexto sociocultural, as publicações são ainda mais exíguas. Afunilando as investigações, no intuito

de localizar pesquisas relacionando a Etnomatemática e o ambiente natural do garimpo, não conseguimos encontrar, até onde foi possível realizar nossas buscas, em periódicos e sites de pesquisas como o Google Acadêmico, estudos correlacionando esses dois temas, até a presente data de conclusão deste trabalho.

Vários fatores contribuem para a obstrução da entrada de pessoas estranhas na área do garimpo, seja por questões de segurança – aqui destaco que o garimpo é bem sinalizado (ver Figura 13), e que durante todo o período de permanência dentro dos garimpos pesquisados, tivemos que utilizar equipamentos de proteção como o capacete – seja por receio de ser surpreendido por algum tipo de nova fiscalização.

Figura 13 – Placa de sinalização para utilização de equipamentos de segurança



Fonte: Arquivo dos autores.

Para conseguir os materiais explosivos que são utilizados nas detonações, o dono de um garimpo tem que se adequar às normas regulamentadoras de mineração, tendo, inclusive, que dispor de um detonador habilitado para tal função.

Um dos motivos para escolhermos esses garimpos, dentre tantos outros que existem na região, foi devido à proximidade com o proprietário, o senhor Josimar Arcanjo de Araújo, que é um conhecido da família do pesquisador, bem como o conhecimento com alguns dos garimpeiros que ali trabalham, sendo um deles um ex-aluno nosso.

Outro fator importante é que, além de ser legalizada, a mineradora está há vários anos em atividade, isso nos trouxe uma confiança no sentido de que poderíamos realizar nossas investigações sem ter maiores preocupações em se deparar com o garimpo fechado no decorrer da realização desta pesquisa.

Como dissemos anteriormente, tivemos todo apoio do proprietário dos garimpos, o senhor Josimar, que inclusive nos ofereceu a sua residência como ponto de apoio durante a realização das visitas. Conforme podemos constatar na Figura 14, sua casa fica bem próxima aos dois garimpos pesquisados.

Figura 14 – Localização da casa do senhor Josimar Arcanjo de Araújo



Fonte: Google Maps¹⁸

3.3 OS SUJEITOS DA PESQUISA

Como citamos anteriormente, o campo de nossa pesquisa é um garimpo localizado na zona rural do município de Parelhas/RN, distante 18 quilômetros do centro da cidade, e os sujeitos analisados são os garimpeiros que ali desenvolvem suas atividades de mineração. Registramos alguns desses sujeitos analisados no momento em que eles fizeram uma pausa nos trabalhos para se alimentar, conforme podemos observar na Figura 15.

¹⁸ Disponível em: <<https://www.google.com/maps/@-6.7758745,-36.5811032,1377a,35y,359.32h,44.63t/data=!3m1!1e3>>. Adaptado pelos autores. Acesso em: 09 ago. 2017.

Figura 15 – Garimpeiros no lanche da manhã



Fonte: Arquivo dos autores.

Os serviços dos garimpeiros geralmente são muito pesados e, particularmente, nos garimpos que pesquisamos, as atividades são realizadas a céu aberto, onde o sol forte do clima semiárido nordestino predomina a maior parte do ano.

Como foi possível observar na Figura 15, nos momentos de descanso, os garimpeiros se reúnem em barracas improvisadas com lonas. Nessa pausa, eles normalmente conversam sobre as atividades realizadas no garimpo.

Muitas informações importantes para nossa pesquisa foram conseguidas através de conversas informais realizadas nesses momentos de descanso, pois, para os garimpeiros também é um momento de descontração e eles sentem-se mais à vontade para falar sobre as técnicas e modos (*ticas*) que utilizam para extrair e comercializar (*matema*) os minerais no ambiente do garimpo (*etno*).

De acordo com Laville e Dionne (1999), a importância dos documentos e de outras fontes nas pesquisas em ciências humanas, não descarta todo recurso direto as pessoas, estas se mostram frequentemente a fonte melhor adaptada às necessidades de informação do pesquisador.

Nosso objetivo inicial dentro do garimpo foi ganhar a confiança do grupo de garimpeiros, estivemos sempre atentos e vigilantes em observar e registrar os dados provenientes do conhecimento matemático destes durante a realização de seus trabalhos.

Nesse sentido, realizamos entrevistas com três garimpeiros, o senhor Josimar Arcanjo de Araújo, proprietário do garimpo, seu filho, Josimar Arcanjo de Araújo Júnior, e o senhor

Almiran Fernandes, um garimpeiro experiente que contribuiu de forma significativa para com a nossa pesquisa, apresentando seus saberes e fazeres no ambiente do garimpo.

A ideia inicial de realizar as entrevistas com o pai e o filho que trabalham juntos no garimpo teve como propósito buscar respostas para nossas conjecturas iniciais, de que os conhecimentos e técnicas utilizadas no garimpo são repassadas de pai para filho ou de garimpeiro para garimpeiro, caracterizando assim as bases e princípios fundamentais do Programa Etnomatemática.

3.4 AS ENTREVISTAS

A preparação da entrevista é uma etapa importante da pesquisa, o pesquisador deve ter uma ideia clara das informações de que necessita.

Diante disso, de acordo com Marconi e Lakatos (2007, p. 95), essa etapa exige algumas medidas, a saber:

- a. Planejamento da entrevista: deve ter em vista o objetivo a ser alcançado;
- b. Conhecimento prévio do entrevistado: objetiva conhecer o grau de familiaridade dele com o assunto;
- c. Oportunidade da entrevista: marcar com antecedência a hora e o local, para assegurar-se de que será recebido;
- d. Condições favoráveis: garantir ao entrevistado o segredo de suas confidências e de sua identidade;
- e. Contato com líderes: espera-se obter maior entrosamento com o entrevistado e maior variabilidade de informações;
- f. Conhecimento prévio do campo: evitar desencontros e perda de tempo;
- g. Preparação específica: organizar roteiro ou formulário com as questões importantes.

Seguimos rigorosamente cada uma dessas etapas, quanto a(o)s:

a. Planejamento da entrevista: todas as perguntas do questionário, bem como o roteiro preparado para realização da entrevista, foram previamente discutidos com o professor orientador; elaboramos questões por meio das quais fosse possível obter informações pertinentes, que viesse a contribuir para alcançarmos os objetivos e propósitos desta pesquisa;

b. Conhecimento prévio do entrevistado: atendemos a este requisito, escolhendo os dois garimpeiros mais experientes do garimpo, que trabalham há aproximadamente 38 anos nesse ramo, para realização das entrevistas, e o filho do dono dos garimpos, que também é garimpeiro

e responsável pela comercialização do minério produzido, tendo, dessa forma, um alto grau de familiaridade com o conteúdo das questões propostas na entrevista;

c. Oportunidade da entrevista: as entrevistas foram marcadas previamente com horário e data definidos e para facilitar a recepção do pesquisador e a disponibilidade dos garimpeiros. Foi combinado que as entrevistas seriam realizadas no próprio garimpo e as mesmas aconteceram nas barracas onde os garimpeiros costumam descansar. Consideramos que essa escolha de realizar as entrevistas no ambiente natural foi de fundamental importância para a fidedignidade das respostas fornecidas pelos garimpeiros entrevistados;

d. Condições favoráveis: conseguimos atender a essa exigência por já ter conhecimento com os garimpeiros entrevistados, como falamos na seção 3.2, *O garimpo como contexto*. O ambiente do garimpo geralmente é muito fechado, e os garimpeiros que ali trabalham não costumam nem são muito adeptos a dar entrevistas, mas devido a essa familiaridade, fui bem recebido e as entrevistas foram realizadas dentro do que fora planejado. Aqui, ainda destaco que deixamos bem claro que todas as informações seriam apenas de cunho acadêmico, que não seriam disponibilizadas para nenhuma empresa privada e, se eles quisessem, poderiam ter seus nomes preservados e não publicados na pesquisa. Todos os três entrevistados disseram que não havia problema quanto a isso, que poderíamos divulgar as informações, assinando o termo de autorização das respostas dadas e das imagens cedidas;

e. Contato com líderes: consideramos este tópico fundamental, pois, ao realizar a entrevista com o dono e o filho dos garimpos, conhecemos boa parte da história do garimpos, suas motivações e maiores desafios, além do processo de comercialização dos minerais; já na terceira entrevista, realizada com um experiente garimpeiro, tivemos a oportunidade de ouvir as opiniões postas pelo lado do trabalhador, tendo, dessa forma, uma maior variabilidade nas informações;

f. Conhecimento prévio do campo: não tivemos problemas quanto a este quesito, já que havíamos realizado várias visitas anteriores ao local do garimpo;

g. Preparação específica: discorremos sobre este requisito no item *a*, quando informamos que todo o roteiro e formulários de perguntas a ser aplicado nas entrevistas foram previamente estudados e discutidos, a fim de que pudéssemos atingir os nossos objetivos, coletando informações que trouxessem contribuições para a nossa pesquisa.

No que concerne à realização de uma entrevista, Marconi e Lakatos (2007, p. 92) afirmam que:

a entrevista é um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional. É um procedimento utilizado na investigação social, para coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social.

Optamos pelo uso da entrevista como instrumento para coleta de dados em nossa investigação por possibilitar uma maior liberdade na condução dos questionamentos acerca do contexto sociocultural dos garimpeiros.

Nessa perspectiva, consideramos a entrevista semiestruturada a mais adequada aos objetivos desta pesquisa, visto que os questionamentos não seguem uma ordem rígida e a pessoa entrevistada pode apresentar tranquilamente suas informações.

Conforme apontam, Lüdke e André (1986, p. 34),

A grande vantagem da entrevista sobre outras técnicas é que ela permite a captação imediata e corrente da informação desejada, praticamente com qualquer tipo de informante e sobre os mais variados tópicos. Uma entrevista bem feita pode permitir o tratamento de assuntos de natureza estritamente pessoal e íntima, assim como temas de natureza complexa e de escolhas nitidamente individuais. Pode permitir o aprofundamento de pontos levantados por outras técnicas de coleta de alcance mais superficial, como o questionário.

Dessa forma, utilizamos a entrevista semiestruturada (ver Apêndice B), com questões baseadas em esquemas simples, menos rígidos, com temas relacionados às informações socioeconômicas dos garimpeiros, aos saberes e fazeres destes, no ambiente do garimpo, e às práticas comerciais dos minérios que são extraídos.

No que diz respeito à elaboração dos questionários, preparamos algumas questões simples e diretas, importantes para que os entrevistados se sentissem mais seguros, pois, como pesquisador, pude perceber um certo receio por parte dos garimpeiros de serem entrevistados e não saberem responder as nossas indagações. Dessa forma, perguntas menos estruturadas deixaram os entrevistados mais à vontade para responder as demais questões que se tratavam de perguntas que possibilitaram o início de uma conversa menos formal, momento no qual surgiram vários relatos importantes para nossa pesquisa.

Quanto ao questionário semiestruturado com perguntas abertas e fechadas, Laville e Dionne (1999) argumentam que é uma das melhores ferramentas para coleta e análise de dados empíricos, possibilitando aos participantes da pesquisa expressar suas opiniões nas questões

abertas, as quais o pesquisador irá analisar de forma a extrair todas as informações pertinentes, facilitando tanto as respostas dos pesquisados quanto as análises do pesquisador.

Para Marconi e Lakatos (2007, p. 95), a realização da entrevista como técnica para coleta de dados, oferece vantagens e limitações, a saber:

Vantagens:

- a. Pode ser utilizada com todos os segmentos da população: analfabetos ou alfabetizados;
- b. Fornece uma amostragem muito melhor da população geral: o entrevistado não precisa saber ler ou escrever;
- c. Há maior flexibilidade, podendo o entrevistador repetir ou esclarecer perguntas, formular de maneira diferente; especificar algum significado, como garantia de estar sendo compreendido;
- d. Oferece maior oportunidade para avaliar atitudes, condutas, podendo o entrevistado ser observado naquilo que diz e como diz: registro de reações, gestos etc.;
- e. Dá oportunidade para a obtenção de dados que não se encontram em fontes documentais e que sejam relevantes e significativos;
- f. Há possibilidades de conseguir informações mais precisas, podendo ser comprovadas, de imediato, as discordâncias;
- g. Permitem que os dados sejam quantificados e submetidos a tratamento estatístico.

Limitações:

- a. Dificuldade de expressão e comunicação de ambas as partes;
- b. incompreensão, por parte do informante, do significado das perguntas da pesquisa, que pode levar a uma falsa interpretação;
- c. Possibilidade de o entrevistado ser influenciado, consciente ou inconscientemente, pelo questionador, pelo seu aspecto físico, suas atitudes, ideias, opiniões etc.;
- d. Disposição do entrevistado em dar as informações necessárias;
- e. Retenção de alguns dados importantes, receando que sua identidade seja revelada;
- f. Pequeno grau de controle sobre uma situação de coleta de dados;
- g. Ocupa muito tempo e é difícil de ser realizada.

Considerando que, dois dentre os três garimpeiros entrevistados na nossa pesquisa só tinham cursado as séries iniciais do Ensino Fundamental, os itens *a*, *b* e *c*, das vantagens da entrevista como técnica para coleta de dados citadas por Marconi e Lakatos (2007), foram fundamentais para que houvesse a realização de um diálogo aberto, sem formalidades e compreensível pelos entrevistados.

No tocante ao item *d*, ainda das vantagens, pudemos observar e registrar os dados fornecidos pelos garimpeiros em sua integralidade e na linguagem característica do grupo sociocultural analisado. Já os itens *e* e *f* nos levaram a conseguir informações importantes que

não poderiam ser encontradas em fontes documentais e que posteriormente foram comprovadas durante as investigações realizadas nos garimpos pesquisados.

Em relação às desvantagens apresentadas por Marconi e Lakatos (2007), as mesmas foram minimizadas, já que o pesquisador e entrevistador dispunha de alguns conhecimentos prévios acerca de como funciona a vida cotidiana no garimpo, não havendo, dessa maneira, problemas de comunicação entre entrevistador e entrevistado.

Outro fator importante que contribuiu para que não houvesse problemas na realização das entrevistas foi a familiarização prévia com os garimpeiros. Essa confiança nos proporcionou um maior conhecimento da vivência no garimpo, nos ajudando na elaboração de questionários que estivessem compatíveis com nossos objetivos e, principalmente, dentro do limite e respeito das condições sociais, econômicas, culturais e intelectuais do grupo observado.

Desse modo, utilizamos as entrevistas semiestruturadas (ver Apêndice B), para investigar os saberes e fazeres do grupo de garimpeiros analisados, buscando obter o máximo de informações pertinentes à pesquisa.

Registramos as entrevistas semiestruturadas realizadas com os garimpeiros por meio de gravação em áudio.

Posteriormente, esses dados foram analisados e sistematizados à luz das concepções da Etnomatemática, a fim de obter indícios de conhecimentos matemáticos específicos desse grupo sociocultural que pudessem contribuir para a elaboração de situações-problema que iriam compor o nosso Produto Educacional, o Caderno de Atividades.

Na seção a seguir, apresentaremos os minerais que são extraídos dos garimpos pesquisados, destacando algumas informações geológicas da região onde estão localizados.

3.4 OS MINERAIS QUE SÃO EXTRAÍDOS DOS GARIMPOS

A Província Pegmatítica da Borborema, na qual a nossa área de pesquisa está inserida, é uma das mais importantes províncias minerais do Nordeste brasileiro. Essa região se destaca pelas inúmeras ocorrências de garimpos, de onde são extraídos: rochas ornamentais, minerais metálicos e gemas preciosas e semipreciosas que, em sua grande maioria, são associados a vários corpos de pegmatitos (NASCIMENTO; PETTA; CAMPOS, 2014).

Quanto à produção mineral na região que abrange a Província Pegmatítica da Borborema,

[...] há pelo menos um conjunto de 621 (seiscentos e vinte e uma) ocorrências minerais que estão cadastradas na área de estudo. Como substâncias principais, estão catalogadas 117 ocorrências de Berilo, 196 de Tantalita, 49 de Columbita, 19 de Caulim, 5 de Feldspatos, 4 de Micas, 2 de Coríndon, 2 de Turmalinas, 27 de Barita, 2 de Amianto (serpentina), 1 de talco, 2 de Bismuto, 4 de minerais de Cobre, 3 de Fluorita, 3 de minerais de Ferro, 29 Mármore, 14 de Rochas Ornamentais, 1 de minerais de Urânio, 2 de Vermiculita e 139 de Scheelita. O número de ocorrência destas substâncias principais pode ser maior, uma vez que algumas delas, como por exemplo, Berilo, Tantalita, Columbita, Feldspatos e Caulim, estão registradas também como substâncias secundárias (SILVA, et al., 2008, p. 48).

De acordo com Luz e Lins (2005), os constituintes desses pegmatitos são divididos em dois grandes grupos: os minerais estruturais (quartzo, feldspato, caulim e mica), que constituem as grandes massas desses corpos pegmatitos, ou seja, apresentam-se em maior quantidade, ocupando zonas com predominância de um ou mais minerais específicos; e os minerais acessórios (tantalita, columbita, berilo, cassiterita, minerais de lítio e gemas), que se apresentam em porções relativamente pequenas nessas zonas e, conseqüentemente, têm um valor comercial mais elevado.

O município de Parelhas concentra grande parte dessas ocorrências minerais da Província Pegmatítica da Borborema, especificamente no sítio Cumbe, local de nossa área de estudo. Durante as investigações nos dois garimpos pesquisados, foi possível observar a extração de cinco minerais com valor comercial, são eles: a mica, a tantalita-columbita, o feldspato, o berilo e a albita tipo C, que é popularmente conhecida por prego de albita na linguagem do garimpo.

Figura 16 – Mica



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 17 – Tantalita-columbita no pegmatito



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 18 – Feldspato



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 19 – Berilo



Fonte: Arquivo dos autores

Figura 20 – Albita tipo C (prego de albita)



Fonte: Arquivo dos autores.

Diferentemente do que muitos pensam, nem todo garimpo produz apenas minérios preciosos; como citamos no comentário do senhor Francisco de Souza Lima, na subseção 3.2.1 desta pesquisa, a atividade de mineração na região Seridó do Rio Grande do Norte, em sua grande parte, foi desenvolvida a partir de garimpos artesanais, onde os garimpeiros trabalhavam nos períodos de estiagem para complementar a renda familiar.

O proprietário dos garimpos onde foi realizada a presente pesquisa relatou que inicialmente trabalhava sozinho, de forma artesanal, buscando complementar a renda e o sustento da família; com o passar dos tempos, foi ensinando a profissão que tinha apreendido com a sua mãe, aos filhos. Os filhos do sexo masculino estudaram até o Ensino Médio completo e retornaram ao garimpo para dar continuidade ao trabalho realizado pelo pai. Atualmente, eles contam com uma equipe que varia entre 12 a 15 garimpeiros.

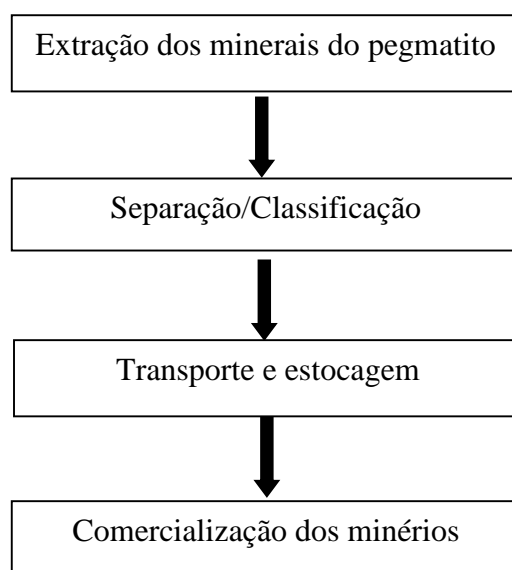
Na seção 4.4, *Processo de Comercialização dos Minerais*, do capítulo a seguir, apresentaremos os valores comerciais de cada um desses minérios; mas antes de falarmos da comercialização, iremos explicar o processo de extração, separação/classificação e estocagem dos minerais e os conhecimentos matemáticos que são utilizados pelos garimpeiros durante a realização dessas atividades.

4 CONTRIBUIÇÕES DOS SABERES E FAZERES DOS GARIMPEIROS PARA UMA PROPOSTA DE AÇÃO PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Neste capítulo, apresentaremos os indícios de conhecimentos matemáticos que foram observados nas investigações realizadas nos dois garimpos pesquisados durante os processos de extração dos minerais, nas técnicas de escavação, na separação e classificação do material que contém os minérios, nos cálculos aproximados de volume e massa durante o transporte e estoque e na comercialização dos minerais.

No Esquema 1, a seguir, demonstraremos como funciona a sequência de atividades para a produção dos minérios no garimpo.

Esquema 1 – Sequência de atividades da produção no garimpo



Fonte: Arquivo dos autores.

Nas seções seguintes, iremos discorrer acerca de cada uma das etapas anteriores, inicialmente abordando os saberes e fazeres dos garimpeiros na aplicação das técnicas utilizadas para extração dos minerais do pegmatito.

4.1 PROCESSO DE EXTRAÇÃO DOS MINERAIS

A escavação nos garimpos pesquisados é feita a céu aberto, uma parte realizada de forma manual, utilizando ferramentas como pás, enxadas, ciscadores, ponteiros, picaretas, marretas,

marrões, alavancas, carroças (ver Figura 21), e uma outra parte mecanizada, com uma furadeira de alto impacto ligada a um compressor (ver Figura 22), e uma enchedeira, máquina que contribui de forma significativa em todas as etapas de produção do garimpo.

Figura 21 – Ferramentas para o trabalho manual



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 22 – Furadeira de alto impacto e compressor



Fonte: Arquivo dos autores.

Quando a rocha é muito grande, os garimpeiros utilizam material explosivo para explodi-la¹⁹, esse processo é feito inicialmente pelo marteleiro, garimpeiro que opera a furadeira de alto impacto (ver Figura 23), realizando a perfuração de pequenos orifícios na rocha (ver Figura 24), onde será depositado o material explosivo para realização da detonação.

¹⁹ Abrimos um parênteses nessa colocação para comunicar que, segundo informações de todos os garimpeiros entrevistados, as dificuldades na aquisição de material explosivo para o trabalho no garimpo é um dos maiores empecilhos na atividade mineradora. Devido à utilização desses materiais por pessoas mal intencionadas, para praticar atos ilícitos, os órgãos de fiscalização vêm duramente restringindo a comercialização desse tipo de produto e, conseqüentemente, extinguindo as pequenas lavras de garimpos que trabalham de forma artesanal e não conseguem se enquadrar nos requisitos para legalização da atividade mineradora.

Figura 23 – Marteleiros perfurando a rocha



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 24 – Furo onde serão depositados os materiais explosivos



Fonte: Arquivo dos autores.

Após realizadas as perfurações na rocha na profundidade adequada, são colocados os materiais explosivos dentro de cada furo, esse processo é conhecido no garimpo como *preparar a carga do fogo* e é feito por um garimpeiro que tem autorização dos órgãos de fiscalização para realizar essa tarefa específica.

Vale salientar que, mesmo o garimpeiro tendo o conhecimento empírico adquirido dentro do próprio garimpo, para ter acesso a essa autorização, ele precisa participar de um curso preparatório, o Curso Blaster²⁰, que tem como finalidade capacitar os participantes que atuam nas atividades de mineração e desmonte, para o transporte, armazenagem e manuseio de materiais explosivos. Esse curso tem duração de 24 horas e é válido por um ano. Ressaltamos que o responsável por essa atividade foi um de nossos entrevistados que possui um grau de escolaridade considerado elevado (Ensino Médio completo) em relação aos demais trabalhadores do garimpo.

²⁰ O Curso Blaster tem como objetivo treinar os usuários de explosivos industriais e acessórios, para sua aplicação racional dentro dos mais altos padrões de segurança, buscando a eficiência da operação do desmonte de rochas. Disponível em: <<http://www.sintecrn.com.br/cursos/16/curso-de-blaster-2015>>. Acesso em: 02 nov. 2017.

Ainda no tocante à perfuração dos furos nas rochas, perguntei ao marteleiro: qual a média de tempo para perfuração de cada furo?

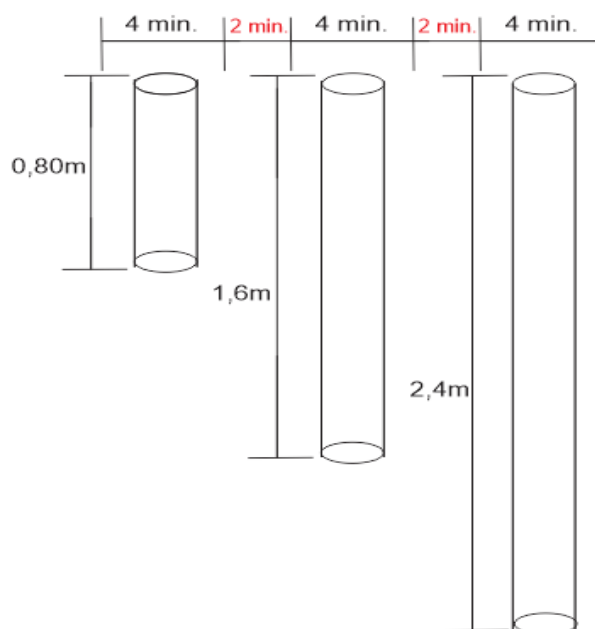
O garimpeiro respondeu: “*no começo usamos o aço²¹ de oitenta centímetros, depois o de um metro e sessenta, depois o de dois metros e quarenta e, se precisar, o de três metros e vinte, até chegar na fundura de mais ou menos dois metros e meio. Eu sei que para cada aço dá em média 4 minutos*”.

Continuei questionando o garimpeiro, perguntando o porquê da utilização de aços de tamanhos diferentes.

O garimpeiro respondeu: “*os aços precisam ser diferentes, pois não dá pra começar, por exemplo, com um aço de 3,2m; seria muito alto para segurar no martelo, por isso tem que começar por um de 80 centímetros, aí vai afundando e vamos trocando os aços, entendeu?*”.

Ao observar essa atividade, percebi ainda que os garimpeiros levavam em média dois minutos para troca de cada aço. Diante dessas informações, esquematizamos uma relação de tempo/profundidade (ver Esquema 2), para uma perfuração na rocha de aproximadamente dois metros e quarenta centímetros.

Esquema 2 – Relação tempo/profundidade nas perfurações dos furos nas rochas



Fonte: Elaborado pelos autores.

²¹ Ferramenta retilínea de formato cilíndrico que os garimpeiros acoplam ao martelo para perfurar os furos nas rochas.

De acordo com o Esquema 2, pode-se concluir que o marteleiro levou em média 16 minutos para perfurar o furo na rocha.

Por meio das informações do garimpeiro e da observação durante a realização dessa atividade, visualizamos várias possibilidades de aplicações desse esquema em situações-problema, explorando conceitos matemáticos como: razão, proporção, regra de três, progressões aritméticas e volume do cilindro (furo feito na rocha). Pode-se também trabalhar com cálculos aproximativos, levando os alunos a pensar sobre como proceder diante de situações onde os furos não terão, na medição de profundidade, valores múltiplos de 80 centímetros.

Realizadas as perfurações, o desmonte vai avançando ao longo da zona mineralizada em bancadas longitudinais nos corpos de pegmatitos.

Figura 25 – Bancada pronta para o desmonte



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 26 – Frente de desmonte da bancada



Fonte: Arquivo dos autores.

Como podemos observar nas Figuras 25 e 26, essas bancadas apresentam-se no formato de um prisma regular retangular.

Identificamos conhecimentos matemáticos nesse processo de desmonte, no saber/fazer do garimpeiro que tinha convicção de que precisava furar 15 furos na rocha e, com o uso do material explosivo em cada furo, ele sabia que a bancada de 4,5m de comprimento por 2,5m de altura iria avançar 2,10m após as explosões.

Esquematizando matematicamente essas informações, teremos o volume da bancada que foi desprendido do pegmatito (ver Esquema 3).

Esquema 3 – Cálculo do volume desprendido da bancada

INFORMAÇÕES:

$$V_b = C_b \times A_b \times L_b$$

$$V_b = 4,5 \times 2,5 \times 2,1$$

$$V_b = 23,625 \text{ m}^3$$

V_b – Volume da bancada em metros cúbicos

C_b – Comprimento da bancada em metro

A_b – Altura da bancada em metro

L_b – Largura da bancada em metro

Fonte: Elaborado pelos autores.

Concluída a etapa das detonações, a enchedeira entra no garimpo para transportar o material desprendido do pegmatito para um local específico fora da mina, onde será realizada a separação e classificação dos minérios, como veremos a seguir.

4.2 SEPARAÇÃO/CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL QUE CONTÊM OS MINÉRIOS

Como já citamos em momentos anteriores, todos os minerais que são extraídos dos garimpos pesquisados estão presentes nos corpos de pegmatito, ou seja, no tipo específico de rocha onde os garimpeiros realizam as detonações em busca desses minérios. O resultado dessas detonações é um amontoado de pegmatito fragmentado.

Nessa etapa da produção, a enchedeira passa a maior parte do dia transportando os materiais de pegmatito de dentro para fora da mina, colocando-os em locais específicos, onde serão realizadas a separação, catação e classificação de cada minério.

Figura 27 – Enchedeira retirando os materiais resultantes das detonações



Fonte: Arquivo dos autores.

Inquieto com tamanha movimentação, questionei ao operador dessa máquina se ele tinha ideia da média de consumo de combustível da enchedeira durante a realização de um dia de trabalho. O garimpeiro responsável por essa atividade, Josimar Arcanjo de Araújo Júnior, respondeu: “*eu sei que um tanque de combustível de 120 litros dá para dois dias com a máquina trabalhando em torno de 6 horas por dia, então dá 60 litros por dia né?*”.

Diante dessas informações, é possível identificar que o garimpeiro, operador da enchedeira, expressa conhecimentos matemáticos ao relacionar o consumo de combustível dessa máquina com a quantidade de dias e horas trabalhadas.

Nesse caso, podemos esquematizar uma situação-problema de regra de três composta, dentre outros vários conceitos matemáticos que poderão ser trabalhados com a presente situação.

Esquema 4 – Cálculo do consumo de combustível da enchedeira durante um dia de trabalho

$$\left\{ \begin{array}{lll} \text{dias} & \text{litros} & \text{horas/dia} \\ 2 & 120 & 6 \\ 1 & x & 6 \end{array} \right. \quad \frac{2}{1} = \frac{120}{x} = \frac{6}{6} \rightarrow 2x \cdot 6 = 120 \cdot 1 \cdot 6$$

$$\rightarrow 12x = 720 \rightarrow x = \frac{720}{12} \rightarrow x = 60 \text{ litros por dia}$$

Fonte: Elaborado pelos autores.

Seguindo com as investigações, foi possível observar que o material de pegmatito que é transportado para fora do garimpo vem misturado com os rejeitos resultantes das explosões. A partir de então, dar-se início ao processo de separação/classificação desse material para extração dos minérios.

Nessa fase, os minérios são classificados por tamanho. Os de maior porte, vendidos por toneladas, são catados manualmente, nesse caso, o feldspato e o prego de albita, que são separados com a utilização de equipamentos manuais como os marrões, marretas e carroças (ver Figura 28); a mica (ver Figura 29), e o berilo, que são minérios de médio porte e vendidos por quilo, também são catados manualmente com o auxílio de marrões, marretas e carroças; já a tantalita/columbita, que é um minério que se apresenta em pequenos grãos e consequentemente tem um maior valor comercial, é separada por peneiras (ver Figura 30) e em seguida levada a um processo de mistura com água para separação desse minério da terra.

Figura 28 – Separação/classificação do feldspato e do prego de albita



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 29 – Separação/classificação da mica



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 30 – Separação/classificação da tantalita/columbita



Fonte: Arquivo dos autores.

Quase tudo que é extraído do pegmatito é aproveitado, os rejeitos são descartados na área externa do garimpo, local popularmente conhecido pelos garimpeiros como *esborro*.

Figura 31 – Descarte dos rejeitos de pegmatito



Fonte: Arquivo dos autores.

Logo após a etapa de separação/classificação, o produto final, ou seja, os minérios, é estocado em locais específicos, de acordo com o volume, como veremos na seção a seguir.

4.3 ESTOCAGEM DOS MINÉRIOS

Nessa etapa, os minérios são colocados em locais de fácil acesso para realização do transporte durante o processo de comercialização.

O feldspato e o prego de albita são armazenados a céu aberto, conforme mostram as Figuras 32 e 33.

Figura 32 – Estocagem de Feldspato



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 33 – Estocagem do prego de albita



Fonte: Arquivo dos autores.

O berilo fica armazenado em recipientes improvisados pelos garimpeiros, conforme ilustra a Figura 34.

Figura 34 – Armazenamento do berilo



Fonte: Arquivo dos autores

A columbita-tantalita, por ser um minério de maior valor comercial e, conseqüentemente, possuir um volume menor em relação aos demais minerais, é levada diretamente, para a casa do dono do garimpo e de lá mesmo é realizada a comercialização.

A mica é acondicionada em sacos de *nylon* que ficam armazenados em barracas na área externa da mina, local onde os garimpeiros costumam lanchar e descansar.

Figura 35 – Armazenamento da mica



Fonte: Arquivo dos autores.

Como podemos observar na Figura 35, os sacos têm o formato cilíndrico e quando estão completamente cheios de mica, sua massa pesa em torno de 80kg²².

Registrei as dimensões de altura e diâmetro em uma unidade desses sacos, buscando relacionar essas informações com a Matemática acadêmica, obtendo os seguintes dados: altura = 84cm e diâmetro = 40cm.

Esquematizando matematicamente as informações coletadas, poderemos calcular o volume do recipiente e relacioná-lo à massa registrada por meio do cálculo da densidade desse minério (ver Esquemas 5 e 6).

²² Informação repassada por um garimpeiro que já dispõe de um conhecimento prévio acerca da massa em kg do minério de mica contido em cada saco com o formato cilíndrico. Essa informação pode ser verificada na observação da pesagem dos referentes sacos, durante o processo de comercialização desse minério.

Esquema 5 – Cálculo do volume do recipiente (saco de *nylon*)

Dados:	Cálculo do volume do recipiente (saco de <i>nylon</i>)
$h = 84\text{cm}$	$V_s = 3,14(20)^2 \times 84$
$d = 40\text{cm}$	$V_s = 3,14 \times 400 \times 84$
	$V_s = 105.504\text{cm}^3$
$V_s = \pi r^2 \times h$	Transformando para metros cúbicos, teremos:
$r = d/2$	$V_s = 0,105504\text{m}^3$
$r = 40/2$	
$r = 20\text{cm}$	

INFORMAÇÕES:

Vs – Volume do saco

h – Altura do saco

d – Diâmetro do saco

r – Raio da circunferência

Fonte: Elaborado pelos autores.

De posse das informações do volume do saco e da massa do minério, podemos calcular a densidade aproximada desse mineral.

Esquema 6 – Cálculo da densidade do minério mica

Dados:
$V_s = 0,105504\text{m}^3$
$M_m = 80\text{kg}$
Teremos que:
$D = M_m/V_s$
$D = 80\text{kg}/0,105504\text{m}^3$
$D = 758,265\text{kg/m}^3$

INFORMAÇÕES:

D – Densidade do minério mica

Mm – Massa do minério mica

Vs – Volume do recipiente (saco de *nylon*)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Essa situação-problema também pode ser explorada na abordagem dos conteúdos de transformações de Unidades de Medida, como por exemplo, solicitar aos alunos que encontrem os valores em g/cm^3 .

Ademais, informamos que o valor encontrado para a densidade do minério mica é aproximado, considerando que, devido a sua estrutura física em forma de placas, este não ocupa completamente o volume do saco.

Na seção a seguir, apresentaremos os valores comerciais de cada minério extraído dos garimpos pesquisados e as possibilidades de aplicação desses dados em situações-problema inerentes ao presente contexto.

4.4 PROCESSO DE COMERCIALIZAÇÃO DOS MINÉRIOS

Em relação aos minérios que são extraídos dos garimpos pesquisados, por exemplo, a tantalita-columbita, o berilo e a mica são vendidos por quilo, já o feldspato e o prego de albita, são comercializados por toneladas. O Quadro 1, a seguir, apresenta os valores desses minerais, segundo informações repassadas pelo proprietário dos garimpos, o senhor Josimar Arcanjo de Araújo, e confirmadas por seu filho Josimar Arcanjo de Araújo Júnior, que é responsável pela comercialização dos minerais.

Quadro 1 – Valores dos minérios que são extraídos dos garimpos

Minerais	Unidade de massa na comercialização	Valor R\$
Tantalita-columbita	1kg	250,00
Berilo	1kg	3,50
Mica	1kg	0,70
Feldspato	1T	60,00
Prego de albita	1T	35,00

Fonte: Elaborada pelos autores.

Essas informações serão utilizadas nas situações-problema envolvendo a comercialização e na utilização desses minérios na produção industrial.

Na seção seguinte, discutiremos acerca das contribuições dos saberes etnomatemáticos dos garimpeiros na elaboração das situações-problema que compõem o Caderno de Atividades.

4.5 DIÁLOGO ENTRE A MATEMÁTICA DO GARIMPO E A MATEMÁTICA ACADÊMICA

Durante as investigações realizadas nos garimpos, foi possível identificar que há conhecimentos matemáticos quando o garimpeiro separa o material que contém o minério, nos cálculos aproximados de volume dos minerais estocados, nos cálculos de volume no transporte

dos minerais, na construção de valetas para o escoamento de água durante o período das chuvas, nas técnicas de escavação e nas estimativas de profundidade que eles se encontram e durante a comercialização dos minerais. Conhecimentos matemáticos estes que diferem dos abordados nos livros didáticos, e que, são modos, estilos e técnicas de lidar com o ambiente natural, passados de pai para filho e de garimpeiro para garimpeiro.

Descreveremos a seguir algumas dessas atividades, relacionando os conhecimentos matemáticos do cotidiano do garimpo ao conhecimento matemático escolar.

4.5.1 O saber-fazer do garimpeiro na separação/classificação do material que contém os minérios

Essa prática laboral dos garimpeiros é uma das situações-problema que compõem o nosso Caderno de Atividades e pode ser trabalhada simultaneamente com a atividade das situações-problema no processo de extração dos minerais.

Os minérios que são extraídos dessa etapa de produção são a columbita e a tantalita.

Primeiramente, os garimpeiros utilizam suas técnicas de escavação para extrair do garimpo o material que contém os minérios. Posteriormente, esse material é transportado para fora do garimpo em uma enchedeira com pá carregadeira, conforme mostra a Figura 36.

Figura 36 – Enchedeira transportando os materiais que contém os minérios



Fonte: Arquivo dos autores.

Segundo informações do garimpeiro responsável por essa etapa da exploração, José Arcanjo de Araújo Júnior, para cada carregamento desse material, com carga média de 2.500kg, é possível extrair aproximadamente 2kg do minério informado.

Esse procedimento de separação do material, foi comprovado *in loco*, durante visita realizada ao garimpo pesquisado, no dia 27 de outubro de 2016.

Durante duas horas de observação, foram registrados 12 carregamentos do material para fora do garimpo, quando, na oportunidade, fora retirado todo o material procedente da escavação.

Indagado sobre a quantidade aproximada de minério que poderia conter no material separado, o garimpeiro respondeu: *“ora, se conseguimos retirar 12 carradas de material e como temos por base que em cada carregamento retiramos 2kg de tantalita-columbita, então, é bem provável que esse material irá nos dar 24kg desse minério”*.

Nesse momento, o garimpeiro que opera a enchedeira e que também é responsável pela venda do minério, já informa o possível valor da produção: *“Como nós vendemos a tantalita-columbita a duzentos e cinquenta reais o quilo, se fosse 20 quilos, dava cinco mil, né? Mas como são 24, aí aumenta mais mil reais de 4 quilos, então vai dá em torno de seis mil, por aí”*.

Esquematizando matematicamente as informações repassadas pelo garimpeiro, teremos que:

Esquema 7 – Cálculo da produção de tantalita-columbita

$$V_p = 250 \times M$$

$$V_p = 250 \times 24$$

$$V_p = \text{R\$ } 6.000,00$$

INFORMAÇÕES:

V_p – Valor da produção

M – Massa do minério em Kg

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.5.2 O saber-fazer do garimpeiro nos cálculos aproximados de volume e massa do minério estocado

Após alguns anos de trabalho no garimpo, os garimpeiros vão adquirindo experiências e, a partir dessa vivência, aprendem a realizar cálculos aproximados de volume e massa do monte de minério estocado, já disponível para comercialização.

Os minérios observados nesta etapa foram feldspato e prego de albita.

Em visita realizada ao garimpo no dia 25 de agosto de 2017, perguntamos ao garimpeiro João Paulo Lira de Vasconcelos, como ele fazia para saber o valor da massa do monte de minério prego de albita que estava estocado. Adapte a pergunta para uma linguagem coloquial do garimpo, no intuito de facilitar o entendimento do garimpeiro: “Como é que o senhor faz para saber a pesagem desse minério? Utiliza algum tipo de balança?”. O senhor João Paulo respondeu que não, afirmando que só bastava olhar para o monte de minério que já sabia quantas carradas dava, apontando para o monte de prego de albita e informando que naquele montante tinha 4,5 carradas (ver Figura 37).

Figura 37 – Estimativa de volume e massa no montante de prego de albita, pelo garimpeiro



Fonte: Arquivo dos autores.

Esquematisando matematicamente as informações repassadas pelo garimpeiro, teremos que:

Esquema 8 – Média de massa do montante

$$Mm = Q \times Mt$$

$$Mm = 4,5 \times 23T$$

$$Mm = 103,5T$$

INFORMAÇÕES:

Mm – Massa do montante

Q – Quantidade de Carradas

Mt – Média de toneladas por carradas

Fonte: Elaborado pelos autores.

Vale ressaltar que tais carradas informadas pelo senhor João Paulo tratam-se do transporte desse tipo específico de minério, que é realizado em caminhões com caçambas, como veremos a seguir, no saber-fazer do garimpeiro no transporte dos minérios.

4.5.3 O saber-fazer do garimpeiro no transporte dos minérios

Nesta seção, descreveremos uma das situações que mais nos chamou atenção durante a realização das investigações na pesquisa de campo.

Em uma de nossas visitas de rotina, logo ao chegar ao garimpo, nos deparamos com um caminhão-caçamba estacionado que realizaria o carregamento do minério prego de albita, conforme mostra a Figura 38.

Figura 38 – Caminhão-caçamba esperando o carregamento do minério prego de albita



Fonte: Arquivo dos autores.

Atento em identificar possíveis conhecimentos matemáticos que estivessem envolvidos nessa atividade, me dirigi até o garimpeiro Almiran Fernandes e perguntei se eles tinham no garimpo algum tipo de objeto de medição, uma trena ou uma fita métrica, para que eu pudesse medir as dimensões da caçamba desse caminhão.

O garimpeiro me respondeu: *“trena, fita métrica? Não utilizamos nada disso quando precisamos fazer alguma medição”*.

Eu então o questionei: nesse caso, como faço para registrar as medidas dessa caçamba?

O senhor Almiran, respondeu: *“com uma corda”*.

Eu: como isso é possível?

O garimpeiro descreve: *“basta você medir quatros palmos e meio em uma corda e cortá-la; pronto, você terá um pedaço de corda com um metro e poderá fazer sua mediação”*.

Nesse momento, o garimpeiro pega um pedaço de corda e diz: *“vamos, eu vou lhe ensinar”* (ver Figura 39).

Figura 39 – Garimpeiro explicando como se faz para medir um metro com uma corda



Fonte: Arquivo dos autores.

O senhor Almiran me passou o pedaço de corda e comecei a contar os palmos, conforme havia descrito.

Logo no início fui interrompido, *“não é assim que se faz, você está contando um palmo como sendo do polegar até o dedo maior de sua mão; desse jeito não dá certo, você precisa contar um palmo do seu dedo polegar até o dedo mindinho”*.

Segui mais essa instrução do senhor Almiran e fiz a medição de um metro de corda, de acordo com os conhecimentos empíricos repassados por esse garimpeiro.

Posteriormente, nos dirigimos até a caçamba do caminhão para realizar as medições, primeiro o comprimento, em seguida a largura e, por fim, a altura.

Esticamos a corda de 1 metro de comprimento por quatro vezes, ao longo do comprimento da caçamba, quando percebi que não tínhamos mais espaço suficiente para repetir essa operação. Nesse momento, o senhor Almiran dobra a corda ao meio e a coloca no restante do espaço que ainda faltava medir, onde a mesma se encaixou perfeitamente. Logo, o garimpeiro afirmou: *“pronto, esse lado que acabamos de medir tem 4 metros e meio”*.

Passamos então para a parte traseira da caçamba, para realizar a medição da largura da mesma.

Esticamos a corda de 1 metro de comprimento por duas vezes e eu já percebi que não haveria mais espaço suficiente para repetir essa operação. Atento à realização do procedimento anterior, dobrei a corda ao meio (agora temos 50 centímetros), e a posicionei na parte que ainda faltava medir, quando percebi que ainda sobrava um pequeno pedaço. Nesse instante, o senhor Almiran vai logo afirmando: *“nesse caso, como não foi possível colocar exatamente nem a corda inteira, nem a metade dela, a gente sabe, por experiência, a medida desse pedaço que sobra, ou seja, como sobrou um pedaço bem pequeno da corda que já tinha sido dividida ao meio; então podemos dizer que ele tem 10 centímetros, aí só é fazer 50 centímetros menos 10, que dá 40 centímetros, que é o valor da parte que falta medir. Logo, a lateral dessa caçamba tem 2 metros e 40 centímetros”*.

Registrei essa segunda informação e pedi novamente ajuda para medir a altura da caçamba.

Estiquei a corda uma vez e já percebi que não poderia repetir esse processo, já que a altura da caçamba tinha menos de dois metros, então segui o segundo passo de dividir a corda ao meio para verificar se a tal altura poderia ser medida acrescentando meio metro à medição anterior. Nesse momento, utilizando a metade da corda, vi que sobrava um pedaço ainda maior que aquele observado na medição da largura descrita anteriormente. Novamente, pedi ajuda ao garimpeiro, que de pronto me falou: *“nesse caso, como sobrou um pedaço ainda maior da corda que foi dividida ao meio, podemos dizer que ele tem em torno de 20 centímetros, ou seja, o que foi utilizado foi 30 centímetros. Para você ter uma ideia melhor do que estou falando, basta dividir a corda novamente ao meio, tendo assim um pedaço de 25 centímetros, então pode anotar aí no seu caderno que a altura dessa caçamba mede 1 metro e 30 centímetros”*.

Impressionado com esses conhecimentos matemáticos utilizados pelo garimpeiro, que cursou apenas as séries iniciais do Ensino Fundamental, registrei as três informações que obtivemos na realização da medição das dimensões da caçamba, a saber: comprimento = 4,5m, largura = 2,4m e altura = 1,3m.

Logo em seguida, calculei o volume da caçamba, levando em consideração os dados coletados por meio dos conhecimentos empíricos do garimpeiro Almiran Fernandes.

Considerando que a caçamba do caminhão tem o formato de um prisma retangular, teremos o esquema a seguir para o cálculo do seu volume:

Esquema 9 – Cálculo do volume da caçamba

$$V_c = C_c \times L_c \times A_c$$

$$V_c = 4,5\text{m} \times 2,4\text{m} \times 1,3\text{m}$$

$$V_c = 14,04\text{m}^3$$

INFORMAÇÕES:

V_c – Volume da caçamba em metros cúbicos

C_c – Medida do comprimento da caçamba em metros

L_c – Medida da largura da caçamba em metros

A_c – Medida da altura da caçamba em metros

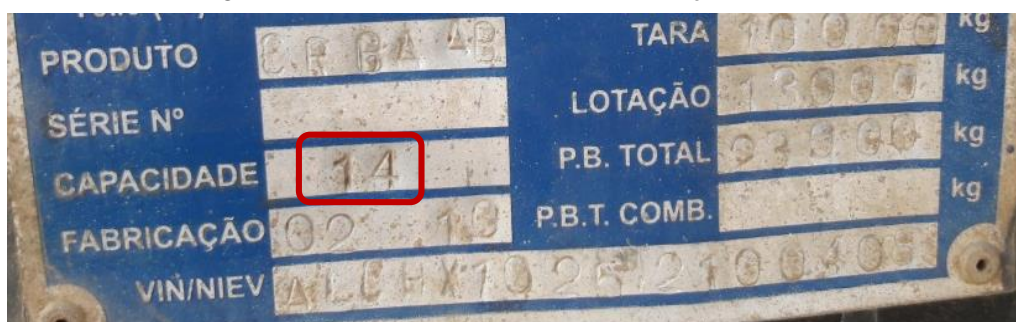
Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesse momento, o motorista do caminhão-caçamba, que tinha saído para tomar um café, se aproxima e pergunta: “o que você está fazendo?”.

Respondi: “estou medindo as dimensões dessa caçamba para encontrar o volume dela”.

O motorista continua: “mas não precisa medir, tem uma plaquinha aqui que tem essa informação, venha que eu vou lhe mostrar” (ver Figura 40).

Figura 40 – Placa afixada no caminhão-caçamba



Fonte: Arquivo dos autores.

Ao visualizar a placa que estava localizada abaixo da caçamba do caminhão, fiquei surpreso ao perceber que o volume da caçamba, calculado com base nos dados coletados usando a corda, houvera se aproximado significativamente do valor disponibilizado nas identificações afixadas no caminhão, sendo no primeiro caso, $14,04\text{m}^3$ e no segundo 14, que corresponde a 14 mil litros de capacidade, ou seja, um recipiente com 14m^3 de volume.

Essa é uma situação-problema que pode envolver vários conteúdos de Matemática Básica, questões de trigonometria, geometria espacial, porcentagem, razão, proporção, regra de três e dízimas periódicas. A seguir, apresentaremos um esquema matemático para esses dois últimos conteúdos.

Esquemmatizando matematicamente as informações repassadas pelo garimpeiro, de que a unidade de medida, metro, pode ser obtida por meio de uma corda, contando quatro palmos e

meio sobre a mesma, poderemos calcular o valor aproximado da medida de cada palmo em metros e posteriormente transformarmos em centímetros, como podemos observar no Esquema 10, adiante:

Esquema 10 – Cálculo aproximado da medida de um palmo, em metros

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{Palmos} & \text{Metros} \\ 4,5p & 1m \\ 1p & x \end{array} \right. \quad \frac{4,5}{1} = \frac{1}{x} \rightarrow 4,5x = 1$$

$$\rightarrow x = \frac{1}{4,5} \rightarrow x = 0,222222m$$

Fonte: Elaborado pelos autores.

De posse da medida aproximada do palmo, encontrada em metros no Esquema 10, poderemos proceder a transformação desse valor para centímetros (ver Esquema 11), como veremos a seguir.

Esquema 11 – Cálculo aproximado da medida de um palmo, em centímetros

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{Metros} & \text{Centímetros} \\ 1m & 100cm \\ 0,222222m & x \end{array} \right. \quad \frac{1}{0,222222} = \frac{100}{x} \rightarrow x = 100 \times 0,222222$$

$$\rightarrow x = 22,2222cm$$

Fonte: Elaborado pelos autores.

Logo, concluímos que, cada palmo de uma pessoa adulta, conforme as orientações do garimpeiro Almiran Fernandes, mede aproximadamente 22,2222cm.

Essa situação-problema que acabamos de relatar também estará inserida em nossa proposta de ação pedagógica, destacada no capítulo a seguir.

5 A PROPOSTA DE AÇÃO PEDAGÓGICA

De acordo com a alínea *c* do art. 2º dos objetivos principais do Regulamento Interno do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM), da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, uma pesquisa desenvolvida no âmbito de um Mestrado Profissional, precisa “propiciar a produção e divulgação de produtos desenvolvidos a partir das dissertações, para sua utilização na Educação Básica e/ou Superior na área de ensino de Ciências e Matemática” (Regimento Interno PPGECNM, 2016, p. 4).

Para os Aplicativos de Propostas de Cursos Novos da CAPES (APCN), um Mestrado Profissional requer, a produção técnica/tecnológica na área de Ensino, entendida como produtos e processos educacionais que possam ser utilizados por professores da Educação Básica, além de outros profissionais envolvidos com o ensino (BRASIL, 2016b).

Segundo os campos da Plataforma Sucupira da CAPES, Brasil (2016b, p. 18-19), esses produtos educacionais podem ser categorizados como:

(1) Desenvolvimento de material didático e instrucional (Propostas de ensino tais como sugestões de experimentos e outras atividades práticas, sequências didáticas, propostas de intervenção, roteiros de oficinas; Material textual tais como manuais, guias, textos de apoio, artigos em revistas técnicas ou de divulgação, livros didáticos e paradidáticos, histórias em quadrinhos e similares, dicionários, relatórios publicizados ou não, parciais ou finais de projetos encomendados sob demanda de órgãos públicos); (2) Desenvolvimento de produto (Mídias educacionais como vídeos, simulações, animações, videoaulas, experimentos virtuais, áudios, objetos de aprendizagem ambientes de aprendizagem, páginas de internet e blogs, jogos educacionais de mesa ou virtuais, e afins); (3) Desenvolvimento de Aplicativos (aplicativos de modelagem, aplicativos de aquisição e análise de dados, plataformas virtuais e similares) (4) Desenvolvimento de técnicas (protótipos educacionais e materiais para atividades experimentais, Equipamentos, materiais interativos como jogos, kits e similares); (5) Cursos de curta duração e atividades de extensão, como cursos, oficinas, ciclos de palestras, exposições diversas, olimpíadas, expedições, atividades de divulgação científica e outras; (6) Outros produtos como produções artísticas (Artes Cênicas, Artes Visuais, Música, Instrumentos musicais, Partituras, Maquete, Cartas, Mapas ou similares), produtos de comunicação e divulgação científica e cultural (artigo em jornal ou revista, programa de rádio ou TV).

Conforme já mencionamos, nossa proposta de ação pedagógica, Produto Educacional do Mestrado Profissional, consiste na produção de um Caderno de Atividades²³ com situações-problema inerentes ao contexto sociocultural do garimpo, de acordo com o item (1) desenvolvimento de material didático e instrucional, do documento supracitado.

Nesse sentido, buscamos atender aos requisitos preliminares do Regimento Interno do PPGECONM, programa no qual a nossa linha de pesquisa está inserida, bem como, às concepções de Produto Educacional descritas pela CAPES e categorizadas conforme os campos da Plataforma Sucupira.

Elaboramos um esquema explicativo para ilustrar toda estrutura metodológica percorrida até chegarmos ao produto final desta pesquisa, a elaboração do Caderno de Atividades.

Esquema 12 – Ilustração da estrutura metodológica, explicitando os passos percorridos do contexto sociocultural ao produto final da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores.

No capítulo 6, a seguir, iremos discorrer acerca da aplicação do Caderno de Atividades, justificando a escolha da escola para realização deste trabalho, a turma selecionada para aplicação, o perfil sociocultural dos alunos participantes e as análises posteriores à aplicação.

²³ Este Produto Educacional, ora mencionado, encontra-se disponível, em sua íntegra, no Apêndice A da presente dissertação. Reiteramos, ainda, que tal proposta também será disponibilizada em separado desta pesquisa, facilitando aos docentes sua leitura, possíveis adaptações e implementação em sala de aula.

6 APLICAÇÃO E ANÁLISE DA PROPOSTA DE AÇÃO PEDAGÓGICA

A ação pedagógica do presente estudo, ou seja, a aplicação do Caderno de Atividades, foi desenvolvida com os alunos da terceira série do Ensino Médio da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho (ver Figura 41), localizada na cidade de Parelhas/RN, que estudam no turno vespertino, e que, em sua maioria, residem na zona rural desse município, onde predomina a atividade de extração e comercialização de minerais.

Figura 41 – Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho – Parelhas/RN



Fonte: Arquivo dos autores.

A escolha por uma turma da terceira série do Ensino Médio deu-se em razão da diversidade dos conteúdos a serem trabalhados nas situações-problema, dentre eles: razão e proporção, regra de três, porcentagem, operações com números decimais, operações com números racionais, média aritmética, medidas de tempo, medidas de massa, sequências numéricas, geometria espacial e construção de gráficos.

Em conversa prévia realizada com o professor colaborador Frank Kleber de Lima, docente da turma onde foram aplicadas as situações-problema, o mesmo informou que costuma realizar uma revisão desses assuntos com os alunos da terceira série, pois muitos deles ainda chegam com bastante dificuldade em resolver problemas abordando conteúdos vistos em anos anteriores. Outro fator importante destacado pelo professor colaborador, é que, essa revisão é

de suma importância para os alunos que irão prestar a avaliação do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Mesmo tendo a informação, tanto por parte do professor colaborador, Frank Kleber de Lima, quanto do diretor da escola, o senhor Êmerson Wagner da Nóbrega, de que os alunos do turno vespertino, em sua maioria, residiam na zona rural do município, onde predomina a atividade de extração e comercialização de minerais, preparamos um questionário diagnóstico (ver Apêndice D), para identificar o perfil sociocultural desses alunos, bem como a escolha da turma que mais se adequava aos objetivos propostos para a pesquisa. Aplicamos o questionário diagnóstico nas turmas das terceiras séries *A* e *B* do turno vespertino, no primeiro encontro, que foi realizado no dia 07 de maio de 2018.

Após as análises, identificamos que, 18 dentre os 26 alunos da terceira série *A* da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho, que responderam o questionário, tinham alguma relação com o ambiente do garimpo, seja um membro da família que trabalha, um amigo próximo ou um conhecido (ver Quadro 2); já na terceira série *B*, 12 alunos, dentre os 19 que preencheram o questionário, informaram que tinham alguma relação com o garimpo (ver Quadro 3).

Quadro 2 – Análise do perfil sociocultural dos alunos da terceira série *A*

Relação com o ambiente do garimpo		Número de alunos	Total
Sim	Membro da família	8	18
	Amigo próximo	3	
	Conhecido	7	
Não	-	8	8

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 3 – Análise do perfil sociocultural dos alunos da terceira série *B*

Relação com o ambiente do garimpo		Número de alunos	Total
Sim	Membro da família	5	12
	Amigo próximo	0	
	Conhecido	7	
Não	-	7	7

Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com os dados do Quadro 2 posto anteriormente, 69,2% dos alunos da terceira série *A* da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho, informaram ter alguma relação com

o ambiente do garimpo; já no Quadro 3, obtivemos que, 63,1% dos alunos da terceira série *B* da referida escola, informaram ter alguma ligação com o garimpo.

Concluída a análise dessa e de outras questões presentes no questionário diagnóstico, optamos por realizar a aplicação da proposta de ação pedagógica, o Caderno de Atividades, na turma da terceira série *A*, turno vespertino, da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho.

O termo de autorização para realização da aplicação, assinado pelo diretor da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho, o senhor Émerson Wagner da Nóbrega, encontra-se disponível no Apêndice E da presente pesquisa.

No segundo encontro²⁴ com a turma selecionada para aplicação, realizado no dia 14 de maio de 2018, informamos aos alunos que eles tinham sido escolhidos, após a análise dos questionários que haviam preenchidos, para participar da aplicação de uma proposta de ação pedagógica, um Caderno de Atividades contendo situações-problema inerentes ao contexto sociocultural do garimpo.

Ainda nesse encontro, foram apresentados os objetivos da aplicação, informando-os que se tratava de um trabalho produzido em uma pesquisa de Mestrado na área de Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), que fora realizado na mesma cidade onde os mesmos residem, Parelhas/RN.

Preocupados em relação à forma como seriam avaliados, alguns alunos questionaram acerca das avaliações. Nesse momento, apresentamos os objetivos das aulas e dissemos que não deveriam ficar ansiosos com a avaliação, pois iríamos priorizar as participações durante as atividades que seriam realizadas em sala de aula.

Finalizamos esse segundo encontro, agradecendo, de antemão, aos alunos da turma da terceira série *A* da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho por participarem, e dessa forma, colaborar com o desenvolvimento desta pesquisa. Nesse instante, percebemos a boa aceitação por parte da turma, que se mostraram interessados e curiosos com as questões de Matemática inerentes ao garimpo, já que os mesmos, assim como foi detectado no questionário diagnóstico, apresentaram uma forte ligação com esse ambiente natural.

²⁴ A partir do segundo, cada encontro realizado com a turma da terceira série *A* da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho, deu-se num período de duas aulas de 50 minutos, totalizando 100 minutos.

6.1 APLICAÇÃO DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA REFERENTES AO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DOS MINERAIS

A aplicação do primeiro bloco de situações-problema do Caderno de Atividades, referentes ao processo de extração dos minerais (situações-problema disponíveis no item 4 do Apêndice A da presente pesquisa), foi realizada no terceiro encontro com a turma da terceira série A, no dia 28 de maio de 2018.

Antes de iniciarmos as análises da aplicação desse primeiro bloco de situações-problema, discorreremos acerca dos recursos didáticos utilizados durante as aplicações, dos métodos de coletas de dados empreendidos e da metodologia de ensino e aprendizagem na perspectiva da Resolução de Problemas (RP).

Como material didático para realização das aplicações, foram utilizados: quadro branco, marcadores para quadro branco e cópias xerográficas coloridas das situações-problema.

Os métodos de coleta de dados utilizados durante as aplicações foram: gravações em áudio e fotos, por meio de aparelho celular, diário de campo, observação participante e cópias das atividades respondidas pelos alunos em sala de aula.

As aplicações das situações-problema foram norteadas na perspectiva das nove etapas da Resolução de Problemas (RP), propostas por Onuchic e Allevato (2011, p. 83-84), que estão descritas na seção 2.3 do presente trabalho e que aqui retomaremos para facilitar o desenvolvimento e acompanhamento da aplicação das atividades em sala de aula, a saber:

- 1) Preparação do problema – Selecionar um problema visando à construção de um novo conceito, princípio ou procedimento;
- 2) Leitura individual – Entregar uma cópia do problema para cada aluno e solicitar que seja feita sua leitura;
- 3) Leitura em conjunto – Formar grupos e solicitar nova leitura do problema, agora nos grupos;
- 4) Resolução do problema – de posse do problema, sem dúvidas quanto ao enunciado, os alunos, em seus grupos, num trabalho cooperativo e colaborativo, buscam resolvê-lo;
- 5) Observar e incentivar – Nessa etapa observa, analisa o comportamento dos alunos e estimula o trabalho colaborativo.
- 6) Registro das resoluções na lousa – representantes dos grupos são convidados a registrar na lousa, suas resoluções. Resoluções certas, erradas ou feitas por diferentes processos devem ser apresentadas para que todos os alunos as analisem e discutam.
- 7) Plenária – para esta etapa são convidados todos os alunos para participarem da discussão dessas diferentes resoluções, para defenderem seus pontos de vista e esclarecerem suas dúvidas. O professor se coloca como guia e

mediador das discussões, incentivando a participação ativa e efetiva de todos os alunos. Este é um momento bastante rico para a aprendizagem.

8) Busca de consenso – após serem sanadas as dúvidas e analisadas as resoluções e soluções obtidas para o problema, o professor tenta, com toda a classe, chegar a um consenso sobre o resultado correto.

9) Formalização do conteúdo – neste momento, denominado “formalização”, o professor registra na lousa uma apresentação “formal” – organizada e estruturada em linguagem matemática – padronizando os conceitos, os princípios e os procedimentos construídos através da resolução do problema, destacando as diferentes técnicas operatórias e as demonstrações das propriedades qualificadas sobre o assunto.

Iniciamos a aplicação do primeiro bloco de questões, dividindo os grupos que se mantiveram durante a realização das demais atividades. Foram formados 5 grupos, que intitulamos de: grupo A, grupo B, grupo C, grupo D e grupo E.

Para divisão dos grupos, foram levados em consideração, as respostas do questionário diagnóstico, em que identificamos aqueles alunos com mais ligação ao ambiente do garimpo e uma busca consensual resultante de uma conversa prévia com os alunos.

Para resguardar a privacidade de cada aluno, identificamo-los por meio de códigos, conforme mostra o Quadro 4, a seguir.

Quadro 4 – Identificação dos alunos da terceira série A por meio de códigos

Grupo	Alunos	Grupo	Alunos	Grupo	Alunos	Grupo	Alunos	Grupo	Alunos
A	A1	B	B1	C	C1	D	D1	E	E1
	A2		B2		C2		D2		E2
	A3		B3		C3		D3		E3
	A4		B4		C4		D4		E4
	A5		B5		C5		D5		E5
			B6		C6				

Fonte: Elaborado pelos autores.

Como podemos observar no Quadro 4, foram formados 5 grupos, sendo, 2 desses compostos por 6 alunos e 3 compostos por 5 alunos. Esse critério da formação dos grupos está descrito na terceira etapa de orientação da Resolução de Problemas, de acordo com Onuchic e Allevato (2011, p. 83-84).

Partimos então para o início da aplicação do primeiro bloco de situações-problema. Foram entregues cópias xerográficas das três primeiras situações-problema referentes ao

processo de extração dos minerais que estão presentes nas rochas, bem como o texto de referência dessa respectiva fase da produção mineral do garimpo.

Nesse momento, a primeira etapa de orientação da Resolução de Problemas (RP), estava atendida.

Encontramos, já nas etapas 2 e 3 da Resolução de Problemas (leitura individual e leitura em conjunto), dificuldades por parte dos alunos em realizar leituras de situações-problema contextualizadas, pois os mesmos estavam habituados a resolver questões mais diretas, sem a apresentação de um texto prévio que abordasse o problema.

Informamos que essa leitura seria fundamental para o entendimento das situações-problema e que deveriam iniciar o hábito de resolver questões contextualizadas, já que esse tipo de situação-problema é frequentemente apresentado nas provas do ENEM, ao qual a maioria deles iria se submeter ainda nesse ano corrente.

Dessa forma, passamos a incentivar a leitura, conforme mostra a Figura 42²⁵, a seguir.

Figura 42 – Etapas 2 e 3 da Resolução de Problemas (leitura individual e leitura em conjunto)



Fonte: Arquivo dos autores.

Após a realização das leituras, surgiram duas indagações por parte dos alunos. Na primeira, a aluna D1 pergunta: “*professor, nessa situação-problema 1, são realizados 3 furos, é isso?*”. Fizemos a leitura do enunciado da situação-problema 1 e percebemos que o mesmo

²⁵ O Termo de Consentimento, assinado pelos alunos da turma da terceira série A do Ensino Médio, da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho, autorizando a exposição de imagens, encontra-se disponível no Apêndice F da presente pesquisa.

não deixava totalmente claro se realmente seriam perfurados 1 ou 3 furos na rocha, informamos que deveria ser perfurado 1 único furo na rocha e na oportunidade registramos essa importante observação para uma sutil modificação no texto, deixando-o mais claro e objetivo.

Quanto à segunda pergunta, a aluna C4 questiona: *“o que precisa encontrar nessa situação-problema 3, após a gente achar o volume da bancada?”*. Solicitamos à aluna uma leitura da nota de rodapé, onde estava descrito o conceito de densidade, e a mesma responde: *“sim, entendi, cada metro cúbico do material explorado tem uma massa aproximada de 1,4 toneladas, já sei, só é fazer uma regra de 3”*.

Entendemos que essa observação também foi importante para deixar os alunos habituados a leituras de notas de rodapé. Percebemos que nesse momento outros grupos que ainda não estavam totalmente seguros captaram essa informação e obtiveram sucesso durante a resolução da situação-problema 3 em pauta, como iremos observar no Quadro 5, com a categorização das respostas apresentadas.

Dando continuidade, os alunos passaram a resolver os problemas (etapa 4 da RP), momento no qual fizemos as observações dos comportamentos, estimulando o trabalho participativo e colaborativo (etapa 5 da RP).

Figura 43 – Estimulando a participação colaborativa dos alunos



Fonte: Arquivo dos autores.

Durante a realização da etapa 6 da RP, cada grupo elegeu um representante para apresentar suas resoluções e foi com base nesta etapa que categorizamos as respostas apresentadas pelos alunos, a saber:

- Alunos com ideias que não irão conduzir à resposta que satisfaz a resolução da situação-problema;
- Alunos que apresentem ideias de resoluções feitas por diferentes processos, que satisfazem a solução da situação-problema;
- Alunos que apresentem ideias organizadas e estruturadas em linguagem matemática.

Conforme reiteram Laville e Dione (1999, p. 186), “o pesquisador terá de construir categorias e ele mesmo deverá interpretar as respostas dos sujeitos em função dessas categorias”. Desse modo, apresentaremos no Quadro 5, a seguir, as análises das respostas das três situações-problema referentes ao processo de extração mineral, expostas por cada grupo, de acordo com as bases de categorização citadas anteriormente.

Quadro 5 – Análise das respostas do primeiro bloco de situações-problema

Bases de categorização	Atividade 1	Grupos				
		A	B	C	D	E
Resolução que não conduziu à resposta adequada	Situação-problema 1	X			X	
	Situação-problema 2	X			X	
	Situação-problema 3					
Resolução feita por diferentes processos, mas que satisfaz a solução	Situação-problema 1					
	Situação-problema 2			X		X
	Situação-problema 3					
Resolução organizada e estruturada em linguagem matemática	Situação-problema 1		X	X		X
	Situação-problema 2		X			
	Situação-problema 3	X	X	X	X	X

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para exemplificar o preenchimento do Quadro 5, exposto anteriormente, tomaremos como exemplo as respostas apresentadas pelo grupo C, a saber: na situação-problema 1, o grupo apresentou uma resposta dentro da terceira base de categorização (resolução organizada e estruturada em linguagem matemática), como podemos observar a marcação com um X nessa respectiva lacuna do Quadro. Para a situação-problema 2, o grupo C registrou sua resposta dentro da segunda base de categorização (resolução feita por diferentes processos, mas que satisfaz a solução), conforme marcação com um X na lacuna do Quadro que representa o grupo C, a situação-problema 2 e a segunda base de categorização. Por fim, na situação-problema 3, o grupo voltou a apresentar sua resposta dentro da terceira base de categorização, sendo

registrada no Quadro a marcação com um X na lacuna do grupo C, situação-problema 3 e terceira base de categorização.

Como podemos observar no Quadro 5, os grupos B, C e E obtiveram êxito nas soluções, conseguindo chegar às respostas esperadas para as três situações-problema da primeira atividade.

Um dado importante que nos chamou bastante atenção, foi o fato de os grupos B e C terem chegado a uma solução satisfatória para a situação-problema 2 por meio de caminhos diferentes. Isso só reforça a ideia de que a Matemática não é apenas um acúmulo de fórmulas e algoritmos, reflexão sobre a qual estamos debatendo desde o início da presente pesquisa.

Mostraremos, a seguir, um recorte da resposta da aluna B4 (ver Figura 44), que apresenta uma resolução para a situação-problema 2, organizada e estruturada em linguagem matemática, e o registro da resposta do aluno C2 (ver Figura 45), que conseguiu encontrar a mesma solução para o problema por meio do pensamento lógico, não apresentando cálculos em sua resposta.

Figura 44 – Recorte da resposta da aluna B4

Situação 2:

$$\begin{array}{l} 0,80 \text{ cm} \text{ — } 4 \text{ min} \\ 3 \text{ m} \text{ — } X \\ 0,8 x 2 = 1,6 \\ 1,6 \times 15 \text{ min} \\ + 6 \text{ min para furo} \\ \hline 30 \text{ min} \end{array}$$

Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 45 – Recorte da resposta do aluno C2

2- Ele Vai Precisar de 80 minutos, Pois ele Vai Precisar de 6 minutos Para fazer os aços e mais 15 Para Perfurar, Pois a cada 20cm é 1 minuto

Fonte: Arquivo dos autores.

O aluno C2 foi estimulado a pensar, apresentando a seguinte conclusão: “se o garimpeiro necessita de um período de 4 minutos para perfurar 80cm na rocha, então ele irá perfura 20cm em 1 minutos, é só dividir 80 por 4”. Verificamos que, apesar de usar um procedimento lógico

(1 minuto para 20 centímetros, 2 minutos para 40 centímetros, 3 minutos para 60 centímetros e 4 minutos para 80 centímetros), o aluno consegue desenvolver uma solução que satisfaz o problema, adicionando aos 15 minutos que serão necessários para perfurar os 3 metros solicitado, os 6 minutos que é o tempo utilizado para troca dos aços, ou seja, $15 + 6 = 21$ minutos.

Outro ponto interessante observado nessa atividade foi o fato de todos os grupos terem chegado a uma resposta satisfatória para a situação-problema 3, por meio de uma resolução organizada e estruturada em linguagem matemática.

Entendemos que esse sucesso se deve ao fato de os estudantes terem estudado o conteúdo de volume de prismas regulares no atual semestre letivo.

Destacamos, ainda, o conhecimento prévio da aluna D1, acerca da formação rochosa de uma bancada, quando a mesma afirma:

Professor, o meu pai trabalha em um garimpo retirando aqueles blocos de granito, sabe? Aquelas pedras grandes que sempre passam em cima das carretas aqui em nossa cidade. Então, a formação dos blocos de granito é a mesma da bancada da situação-problema 3, a diferença é que, nessa questão, a rocha será explodida para retirada do minério e no caso do bloco de granito, ele é comercializado a pedra grande, sem quebrar (fala da aula D1).

Vejamos a seguir, lado a lado, as Figuras 46 (Bancada apresentada na situação-problema 3) e 47 (Bloco de granito, conforme fala da aluna D1), para facilitar o entendimento do leitor acerca das informações prestadas pela estudante, ou seja, tanto a bancada apresentada na situação-problema 3, quanto o bloco de granito informado pela aluna D1, apresentam a mesma formação geométrica, a de um prisma regular retangular.

Figura 46 – Bancada apresentada na situação-problema 3



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 47 – Bloco de granito, conforme fala da aluna D1



Fonte: Arquivo dos autores.

Entendemos que esse conhecimento prévio da aluna D1, acerca da estrutura de formação geométrica da rocha, ajudou-a na compreensão do que fora solicitado na situação-problema, contribuindo, nesse sentido, para a formação do conceito do volume de um prisma regular retangular.

Em seguida, mediamos um debate acerca das resoluções das situações-problema apresentadas por cada grupo (Etapa 7 da RP). Nesse momento, incentivamos a participação de todos os alunos para defenderem seus pontos de vista, compartilhando suas respostas durante as discussões.

Como obtivemos respostas dentro das três linhas de categorização, esse debate foi muito rico para a aprendizagem, pois os alunos que estavam mais seguros de suas respostas argumentavam com mais convicção a respeito do processo de resolução.

Destacamos ainda a participação de todos os grupos e a ansiedade por partes dos estudantes, para que fossem divulgadas as respostas consideradas corretas.

Antes de passarmos para a etapa 8 da RP, informamos que eles não deveriam se preocupar, caso as respostas apresentadas não fossem consideradas como certas, pois o que estaria sendo analisado e avaliado seria o processo de construção de cada conceito matemático e não apenas a solução final.

Nesse sentido, conforme afirmam Nuñez e Ramalho (2004), o objetivo de desenvolver nos alunos a capacidade de resolver problemas não demonstra apenas que eles possam resolver um determinado problema por meio da aplicação de uma fórmula ou de um esquema predeterminado e válido para todos os casos semelhantes; é necessário que o professor incentive a participação e investigação em relação àquilo que está sendo resolvido.

Dando continuidade às etapas de aplicação da RP, analisamos as resoluções e soluções apresentadas para cada situação-problema, buscando um consenso conjunto acerca dos resultados considerados mais coerentes para construção dos conceitos matemáticos trabalhados (Etapa 8 da RP).

Por fim, na etapa 9 da RP, registramos na lousa uma apresentação organizada e estruturada em linguagem matemática, mostrando os princípios, procedimentos e o processo de construção dos conceitos matemáticos trabalhados durante a realização dessa atividade.

6.2 APLICAÇÃO DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA REFERENTES AO PROCESSO DE SEPARAÇÃO DOS MINERAIS

Dando continuidade à proposta de ação pedagógica, aplicamos o segundo bloco de situações-problema do Caderno de Atividades, referentes ao processo de separação dos minerais (situações-problema disponíveis no item 5 do Apêndice A da presente pesquisa), no quarto encontro realizado com a turma da terceira série A, no dia 04 de junho de 2018.

Nessa atividade, os alunos continuaram trabalhando com situações-problema contextualizadas, situações vivenciadas por um grupo de garimpeiros que desenvolvem suas atividades de extração e comercialização de minerais em dois garimpos da comunidade.

Inicialmente, informamos à turma que daríamos prosseguimento às atividades inerentes ao garimpo, resolvendo as situações-problema relacionadas ao segundo passo da produção mineral, a retirada dos materiais que contêm os minérios para fora do garimpo.

Solicitamos a formação e separação dos grupos, permanecendo os mesmos componentes da primeira atividade, e em seguida, distribuímos as cópias xerográficas do texto de referência, juntamente com as situações-problema, para cada aluno.

Devidamente instruídos de acordo com as etapas da RP, os alunos fizeram inicialmente uma leitura individual das situações-problema e em seguida realizaram a leitura compartilhada em cada grupo. Posteriormente, iniciaram a resolução dos problemas, momento em que foi

percebido um importante debate nos grupos, em que os alunos buscavam um consenso para as soluções que seriam apresentadas.

Mesmo sendo notório o empenho dos alunos durante o processo de resolução das situações-problema, foi possível observar que alguns deles demonstravam estar com alguma dúvida, mas que, talvez por receio de fazer devidas perguntas, não se sentiam à vontade para falar.

Percebemos rapidamente essa situação e, de acordo com a etapa 5 da RP, passamos a observar e incentivar, tanto a interação entre os componentes dos grupos quanto a relação de cada grupo com o professor colaborador e o pesquisador, como orientam Leal Júnior e Onuchic (2015, p. 963), ao afirmarem que:

[...] cabe, ao professor, motivar os estudantes a participarem das resoluções dos problemas e de entenderem os conceitos neles contidos e os que se quer alcançar. Caso contrário, não será possível a promoção da aprendizagem, por se partir do pressuposto de que os estudantes não o sabem fazer, mas precisam do fator motivacional para se interessarem em fazê-lo.

O resultado desse estímulo veio logo em seguida, quando dois alunos apresentaram suas inquietações. Primeiro, o aluno E5 pergunta: *“professor, em relação a essa situação-problema 1, eu tenho uma dúvida, os carregamentos, ou é de 2000kg ou é de 2.500kg? Eu não posso colocar um carregamento de 2.300kg, por exemplo?”*. Solicitamos ao aluno E5 que fizesse uma nova leitura do trecho do problema em questão ([...] que a enchedeira tem capacidade para transportar de 2000 a 2500 quilos em cada carregamento [...]) e o indagamos novamente: *“se a enchedeira transporta de 2.000 a 2.500 quilos por vez, isso significa dizer o quê?”*. O aluno então responde: *“ah! esse ‘de’ quer dizer que eu posso realizar carregamentos de 2.000kg, de 2.500kg ou qualquer outro valor entre esses dois. Obrigado pela dica professor, agora ficou fácil”*.

Novamente identificamos que a atenção à leitura foi um empecilho para o entendimento do problema, e nós, enquanto educadores, passamos a incentivar a prática de uma leitura atenta dos enunciados dos problemas, antes do início do processo de resolução.

Em relação à segunda pergunta, o aluno A4 questionou: *“nessa situação-problema 2, diferente do primeiro problema, não podemos transportar esse material de qualquer maneira, temos que levar todo o material de uma forma que a enchedeira gaste a menor quantidade de combustível possível, né isso?”*. Informamos que o entendimento era exatamente esse e

solicitamos que continuassem as discussões dentro do próprio grupo. Percebemos na indagação desse aluno que ele havia compreendido a pergunta, mas que ainda precisava de uma confirmação por parte do professor para ter uma maior segurança durante o processo de resolução da situação-problema.

Após a conclusão das resoluções das situações-problema por todos os grupos, solicitamos que um ou mais representantes de cada grupo apresentassem suas respostas, as quais, categorizamos conforme o Quadro 6, a seguir.

Quadro 6 – Análise das respostas do segundo bloco de situações-problema

Bases de categorização	Atividade 2	Grupos				
		A	B	C	D	E
Resolução que não conduziu à resposta adequada	Situação-problema 1			X		
	Situação-problema 2					
	Situação-problema 3	X		X		
Resolução feita por diferentes processos, mas que satisfaz a solução	Situação-problema 1					
	Situação-problema 2	X				
	Situação-problema 3				X	X
Resolução organizada e estruturada em linguagem matemática	Situação-problema 1	X	X		X	X
	Situação-problema 2		X	X	X	X
	Situação-problema 3		X			

Fonte: Elaborado pelos autores.

O modelo de preenchimento para o Quadro 6 é o mesmo utilizado e explicitado no Quadro 5 do item 6.1 da presente pesquisa, o qual iremos utilizar para analisar e categorizar as demais atividades. Conforme podemos observar no Quadro 6, obtivemos respostas para as situações-problema dessa segunda atividade dentro das três bases de categorização, e isso nos propiciou um importante momento de ensino-aprendizagem durante a etapa de exposição e debate das respostas, como veremos a seguir.

Na etapa 8 da RP, em que todos os alunos são convidados a participar das discussões e defender seus pontos de vista, destacamos a apresentação da resolução da situação-problema 2 pelo aluno C6, quando o mesmo relata: *“tem que transportar 2.500kg para o menor número de viagens, assim menor uso de combustível. 14 viagens seriam necessárias”* (ver Figura 48). Verificamos que o aluno foi estimulado a pensar que, para obter o menor custo possível com combustível durante o transporte do material pela enchadeira, a mesma deveria realizar o menor

número de carregamentos possíveis e, para isso, a enchadeira teria que realizar o maior número de carregamentos com sua carga máxima de 2.500kg.

Figura 48 – Recorte da resposta do aluno C6

tem que transportar 2500 kg para o menor número de viagens assim menor uso de combustível, 14 viagens seriam necessárias

Fonte: Arquivo dos autores.

Outra observação importante registrada foi o caminho percorrido pelo aluno E5 para encontrar a solução da situação-problema 3 da presente atividade. De acordo com o texto de referência, durante a realização do transporte dos materiais para fora do garimpo ([...] a enchadeira consome 120 litros de combustível a cada 2 dias, trabalhando 6 horas por dia [...]), ou seja, tratava-se de uma situação que poderia ser resolvida formalmente utilizando o conceito de regra de três composta, mas que esse aluno, até então, não tinha esse conhecimento para resolver o problema por meio desse conceito. Após ler e reler o problema várias vezes, o aluno chegou à conclusão de que a enchadeira consumia 20 litros de combustível em 120 minutos, assim transformando uma regra de três composta, da qual o mesmo não tinha conhecimento hábil para trabalhar, em uma regra de três simples, facilitando assim seu entendimento, já que o aluno dominava esse conceito, conforme podemos observar no recorte da resolução da situação-problema 3, apresentada pelo aluno E5, disponível na Figura 49, a seguir.

Figura 49 – Recorte da resposta do aluno E5

The image shows handwritten mathematical work. On the left, a compound rule of three is written: $\frac{120 \text{ L}}{112 \text{ h}} = \frac{20 \text{ L}}{x}$. To the right, the student has converted this into a simple rule of three: $120 \times = 2240$, $x = \frac{2240}{120}$. The final result is written as $x = 18,5 \text{ Litros APX}$ and $18,61$.

Fonte: Arquivo dos autores.

Atentamos para o fato de esse aluno, juntamente com os demais componentes do grupo, terem se deparado com uma situação conflitante, pois o problema solicitava inicialmente o conceito de regra de três composta, o qual eles não lembravam ou não dispunham desse conhecimento naquele momento, mas que foram levados a elaborar estratégias e buscar uma solução, utilizando outras ferramentas necessárias à resolução do problema, nesse caso, uma transformação para a utilização do conceito de regra de três simples.

Consideramos que a presente situação-problema ampliou a concepção de pensamento dos alunos, no sentido de enfrentar e buscar soluções para questões desafiadoras e que a metodologia de ensino por meio da Resolução de Problemas promoveu a interação entre os estudantes e a participação ativa na própria aprendizagem.

Nesse sentido, reafirmamos o que consta nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 2006): a forma de se trabalhar os conteúdos de Matemática deve sempre agregar um valor formativo no que diz respeito ao desenvolvimento do pensamento matemático. Isso significa colocar os alunos em um processo de aprendizagem que valorize o raciocínio matemático, estimulando-os a elaborar estratégias, estabelecer hipóteses, perguntar-se sobre a existência de solução, argumentar com fundamentação lógico-dedutiva e tirar conclusões sobre a aplicabilidade das resoluções em outras situações diversas (BRASIL, 2006).

Concluídas as discussões e debates acerca das respostas apresentadas por cada grupo, partimos para a formalização dos conteúdos (etapa 9 da RP), destacando as diferentes técnicas operatórias e demonstrando que resoluções feitas por processos diferentes também podem chegar na mesma solução que satisfaz a indagação do problema.

6.3 APLICAÇÃO DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA REFERENTES AO PROCESSO DE TRANSPORTE E ESTOCAGEM DOS MINERAIS

Retornamos à turma da terceira série A da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho para aplicação do terceiro bloco de situações-problema do Caderno de Atividades, referentes ao processo de transporte e estocagem dos minerais (situações-problema disponíveis no item 6 do Apêndice A da presente pesquisa), no quinto encontro, realizado no dia 12 de junho de 2018.

Com a atividade devidamente impressa e todo o roteiro para aula preparado, iniciamos a aplicação informando aos alunos que os procedimentos para realização da presente atividade seriam os mesmos das duas atividades anteriores, portanto, eles deveriam se agrupar conforme o fizeram nas demais atividades.

Para facilitar o registro dos códigos de cada aluno em seus grupos, disponibilizamos, juntamente com as cópias da atividade que foram entregues individualmente a cada aluno, um quadro contendo o nome de cada aluno e seu respectivo código. Ou seja, na folha de resposta

da atividade, o aluno se identificava pelo nome e código; já para a análise e tratamento dos dados que serão apresentados nesta pesquisa, cada aluno será identificado apenas pelo código, preservando assim suas identidades.

De posse dos problemas e sem dúvidas quanto aos enunciados, verificamos que, diferentemente do que foi observado nas duas atividades anteriores, os alunos não tiveram dificuldades quanto à leitura e entendimento do que estava sendo solicitado nas situações-problema.

Nesse sentido, não identificamos empecilhos quanto à aplicação das três primeiras etapas da Resolução de Problemas, etapa 1 (Preparação do problema), etapa 2 (Leitura individual) e etapa 3 (Leitura em conjunto), e, a partir de então, os alunos iniciaram a resolução das situações-problema, buscando resolvê-las (Etapa 4 da RP). Nesse momento, passamos a observar e incentivar o trabalho colaborativo entre os componentes de cada grupo (Etapa 5 da RP).

Durante a etapa da resolução dos problemas, um questionamento chamou muito atenção dos alunos, a solicitação presente na situação-problema 3, a saber: “Encontre e demonstre uma possível maneira que o garimpeiro poderá ter utilizado para medir as dimensões de comprimento, largura e altura da caçamba do caminhão, utilizando apenas o conhecimento de que a unidade de medida metro pode ser representada como a medida de quatro palmos e meio”.

Assim como nós pesquisadores ficamos surpresos com esse conhecimento empírico do garimpeiro em uma das visitas realizada ao garimpo, os alunos também se questionavam: “como o garimpeiro conseguiu realizar as medições da caçamba do caminhão sem utilizar nenhum instrumento tradicional de medição?”.

Houve muitas discussões e debates acerca dessa indagação, os alunos foram estimulados a pensar em várias hipóteses que o garimpeiro poderia ter utilizado para realizar essas medições, as quais iremos descrever na etapa 7 da RP (Momento da plenária). Antes disso, apresentaremos as respostas de cada grupo para as quatro situações-problema presentes nessa terceira atividade. Essa é a etapa 6 da RP, onde representantes dos grupos são convidados a apresentar suas resoluções, as quais, categorizamos conforme o Quadro 7, a seguir.

Quadro 7 – Análise das respostas do terceiro bloco de situações-problema

Bases de categorização	Atividade 3	Grupos				
		A	B	C	D	E
Resolução que não conduziu à resposta adequada	Situação-problema 1					
	Situação-problema 2	X			X	
	Situação-problema 3					
	Situação-problema 4					X
Resolução feita por diferentes processos, mas que satisfaz a solução	Situação-problema 1					
	Situação-problema 2			X		X
	Situação-problema 3					
	Situação-problema 4					
Resolução organizada e estruturada em linguagem matemática	Situação-problema 1	X	X	X	X	X
	Situação-problema 2		X			
	Situação-problema 3	X	X	X	X	X
	Situação-problema 4	X	X	X	X	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após as análises e categorização das respostas apresentadas nessa atividade, disponíveis no Quadro 7, podemos observar que todos os grupos apresentaram suas respostas para a situação-problema 1, dentro da terceira base de categorização (Resolução organizada e estruturada em linguagem matemática). Assim como foi esclarecido no item 9.3 do Produto Educacional – *ORIENTAÇÕES DAS RESPOSTAS PARA AS SITUAÇÕES-PROBLEMA DO PROCESSO DE TRANSPORTE E ESTOCAGEM DOS MINERAIS* (Apêndice A), essa resolução será efetuada utilizando a Matemática acadêmica, já que a presente situação-problema é considerada estruturante para a resolução das demais que compõem o terceiro bloco de situações-problema do Caderno de Atividades.

A outra situação-problema em que todos os grupos também apresentaram suas respostas dentro da terceira base de categorização, foi a situação-problema 3, a qual informava que o garimpeiro mediu as dimensões da caçamba de um caminhão utilizando apenas os seus conhecimentos adquiridos dentro do próprio garimpo, de que a unidade de medida metro poderia ser representada como sendo a medida de quatro palmos e meio. Posteriormente, com as medidas registradas pelo garimpeiro, comprimento = 4,5m, largura = 2,5m e altura = 1,5m, foi solicitado o volume da referida caçamba.

Como posto, todos os grupos calcularam o volume da caçamba do caminhão utilizando a Matemática acadêmica (volume de um prisma regular retangular), mas apresentaram cinco possíveis maneiras distintas que o garimpeiro poderia ter utilizado para realização dessa tarefa, as quais iremos descrever na etapa 7 da RP, a seguir. De acordo com as respostas expostas, foram apresentadas ideias que se aproximaram das do garimpeiro, sugestões distintas que não estávamos esperando, mas que foram postas de forma coerente e outra que não seria condizente com a realização da medição das dimensões da caçamba do caminhão.

Nesse sentido, o grupo A escolheu o aluno A4 para apresentar suas ideias e o mesmo informou: *“se o garimpeiro sabe que a medida de um metro pode ser representada como a medida de quatro palmos e meio, então ele pode medir os palmos direto na caçamba do caminhão e depois dividir essa quantidade por quatro e meio, então ele terá as medidas das dimensões em metros”*. Verificamos nessa resposta que, apesar de o grupo não ter utilizado nenhum instrumento ou objeto para se fazer um parâmetro, sua alternativa para o registro da medição foi posta de forma coerente, satisfazendo a indagação do problema.

No grupo B, aconteceu um fato que nos chamou atenção, duas respostas distintas foram apresentadas, primeiro a aluna B1 falou: *“o garimpeiro pegou um pedaço de madeira, mediu um metro e depois utilizou para medir a caçamba do caminhão”*. Posteriormente, o aluno B6 perguntou se poderia falar outra ideia, mesmo ficando essa primeira resposta como a que o grupo tinha escolhido para apresentar. Comunicamos que ele poderia ficar à vontade para se expressar e que, quanto maior o debate, mais interessante seria para a pesquisa, então o aluno B6 disse: *“professor, o meu avô também utilizava um pedaço de madeira para medir um metro, mas ele não fazia contando os palmos, ele media da altura do umbigo até o chão e cortada o pedaço de madeira, aí pronto, ele tinha um objeto de um metro”*.

Dar espaço para esse aluno se expressar e socializar suas vivências e experiências foi a atitude mais acertada que poderíamos ter tomado nessa atividade, esse registro foi imprescindível para o enriquecimento de nossa pesquisa, pois esse método ainda é utilizado em algumas comunidades, inclusive na região pesquisada, onde os cortadores de lenha vendem suas madeiras por metro cúbico, realizando o que eles chamam de *metragem da lenha*²⁶. Para realização desse processo, os trabalhadores utilizam uma vara, que é cortada tomando-se como

²⁶ Metragem vem da palavra metro, esta é uma nomenclatura utilizada pelos trabalhadores cortadores de lenha da região do Seridó do Estado do Rio Grande do Norte/RN, para empilhar a madeira com um metro de largura por um metro de altura e um metro de comprimento, totalizando 1m³.

parâmetro a altura do umbigo de um homem adulto até o chão e, a partir de então, eles usam essa vara como base para a unidade de medida equivalente ao metro padrão.

Dessa forma, reiteramos as concepções de D'Ambrosio (2015), ao valorizar e respeitar o conhecimento sociocultural do aluno B6, que traz para a sala de aula um saber/fazer na busca de explicar, conhecer e lidar com o ambiente natural, social e cultural, no caso do conhecimento adquirido dentro da própria família sobre como eram realizadas as medições pelo avô do estudante. Essas práticas dão sentido ao que o autor denomina de Programa Etnomatemática, as quais estão presentes nas atividades humanas, na resolução dos problemas inerentes ao cotidiano, tais como medir, contar, comparar e classificar (D'AMBROSIO, 2015).

Ademais, conforme afirma Andreatta (2013, p. 102),

Quando os estudantes conseguem estabelecer associações, conexões e aproximações entre o 'seu mundo' e o 'mundo escolar', ou seja, o conhecimento matemático cotidiano e o conhecimento matemático escolar, o resultado da aprendizagem e interesse dos mesmos é mais significativo.

Após essas análises, deixamos a recomendação no item 10 do Caderno de Atividades, que os docentes, durante a aplicação da presente situação-problema 3, desenvolvam com os alunos, um estudo acerca da História da Matemática, abordando a utilização das unidades e medidas ao longo do tempo e o surgimento do Sistema Métrico Decimal.

Diante desse tema, Zuin (2007) afirma que as primeiras unidades de comprimento foram estabelecidas tomando como base as dimensões de partes do corpo humano (a polegada, o pé, o palmo, os dedos, dentre outros). Para as necessidades da época, eram bastante eficientes, além de não apresentarem inconvenientes para serem transportadas, funcionavam muito bem, porque a comercialização era baseada em trocas (o escambo), e não exigia, na maioria das vezes, muita precisão.

Dando continuidade aos registros das resoluções, o grupo C também apresentou uma sugestão. Apesar de não satisfazer a tarefa a ser realizada pelo garimpeiro, achamos prudente e importante registrá-la. O aluno C3 foi escolhido para falar e informou a resposta: *“nós fizemos assim: multiplicamos o comprimento 4,5m pela largura 2,5m e pela altura 1,5m, que deu 16,875m³. Depois multiplicamos esse valor por 4,5, aí encontramos aproximadamente 76 palmas”*. Verificamos que apesar de essa alternativa não satisfazer uma das possíveis opções que o garimpeiro poderia ter utilizado para medir as dimensões da caçamba do caminhão, o

grupo C utilizou corretamente a Matemática acadêmica para calcular o volume da caçamba que fora solicitado no mesmo problema.

A quinta alternativa distinta que também nos chamou bastante atenção, foi apresentada pelo grupo D. A aluna D1 informou: *“como o garimpeiro já sabe que a altura do saco que armazena o mineiro mica é de 80cm e o diâmetro desse mesmo saco é de 40cm, então ele poderia ter utilizado as dimensões de cada saco para medir o comprimento, a largura e a altura da caçamba do caminhão”*. Notamos que apesar de a aluna não ter encontrado uma solução para o registro das medições utilizando a informação de que a medida de um metro linear poderia ser representada como a medida de quatro palmos e meio, ela pensou e buscou outra solução dentro do mesmo contexto, utilizando uma informação já registrada na situação-problema 1.

O grupo E, assim como o C, conseguiu calcular o volume da caçamba por meio da Matemática acadêmica, mas não apresentou alternativas ou sugestões sobre como o garimpeiro poderia ter realizado as medições das dimensões da caçamba do caminhão.

Concluída a etapa das discussões acerca das resoluções das situações-problema, em que foi possível observar uma participação ativa e efetiva dos alunos, iniciamos uma busca pelo consenso para chegarmos nos resultados considerados mais coerentes para cada problema apresentado (Etapa 8 da RP). Para o caso específico da situação-problema 3, informamos aos alunos que o garimpeiro que participou da nossa pesquisa, conseguiu realizar as medições da caçamba do caminhão utilizando apenas o conhecimento empírico de que a unidade de medida metro pode ser representada como a medida de quatro palmos e meio e uma corda. Comunicamos que esse procedimento é realizado da seguinte maneira: o garimpeiro mede quatro palmos e meio sobre uma corda esticada e a corta. Para registrar cinquenta centímetros, divide a corda ao meio. Para registrar vinte e cinco centímetros, dobra a corda novamente ao meio e assim consegue realizar as medições que são necessárias nas atividades no garimpo.

Por fim, sanadas todas as dúvidas e analisadas as resoluções e soluções obtidas por cada grupo, deu-se o momento da formalização do conteúdo (Etapa 9 da RP). Registramos na lousa uma construção organizada e estruturada em linguagem Matemática dos conceitos que foram trabalhados no processo de resolução das situações-problema apresentadas nessa terceira atividade.

Como foi possível observar nas análises desse terceiro bloco de atividades, nosso foco não estava voltado apenas para a Matemática acadêmica, por mais que tenha sido explorada inicialmente com uma situação-problema estruturante.

Consideramos que o nosso objetivo de aguçar a curiosidade dos alunos em tentar descobrir como o garimpeiro conseguiu realizar essas medições sem utilizar nenhum instrumento considerado apropriado para tal tarefa, como por exemplo, uma trena ou fita métrica, foi alcançado. Nesse cenário, pudemos estabelecer um diálogo acerca das manifestações matemáticas vivenciadas no cotidiano, como, por exemplo, nas formas de medidas com os palmos e o uso do metro relacionado ao corpo humano (medida do umbigo ao chão).

6.4 APLICAÇÃO DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA REFERENTES AO PROCESSO DE COMERCIALIZAÇÃO DOS MINÉRIOS

Conforme esclarecemos no Esquema 1, disposto no capítulo quatro da presente dissertação, as etapas de produção dos minérios no garimpo dividem-se em: extração dos minerais, separação dos minerais, transporte/estocagem dos minerais e a comercialização dos minérios. Portanto, com a aplicação desse quarto bloco de situações-problema do Caderno de Atividades, referentes ao processo de comercialização dos minérios (situações-problema disponíveis no item 7 do Apêndice A), encerramos a sequência de tarefas que os garimpeiros realizam no garimpo, abordando desde os primeiros passos na etapa inicial de extração dos materiais que contêm os minérios até a comercialização do produto final.

A nossa proposta de ação pedagógica, o Caderno de Atividades, ainda contém um quinto bloco extra de situações-problema, referentes à utilização dos minérios, o qual deixaremos como opção, caso os docentes ou educadores queiram aplicá-lo em suas atividades acadêmicas.

Nesse aspecto, a aplicação da quarta e última atividade com os alunos da turma da terceira série A, turno vespertino, da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho, foi realizada no dia 19 de junho de 2018.

Seguimos os mesmos procedimentos aplicados nas atividades anteriores, tomando-se por base as nove etapas da Resolução de Problemas, propostas por Onuchic e Allevato (2011, p. 83-84), mencionadas no presente capítulo. Já habituados à nova metodologia de ensino, os

alunos, em seus grupos, realizaram a leitura das situações-problema e deram início à etapa de resolução.

Optamos por iniciar esse terceiro bloco de atividades trazendo uma situação vivenciada no cotidiano do garimpo, quando muitas vezes os garimpeiros precisaram realizar a venda de sua produção para custear as despesas, como, por exemplo, a compra de combustível para o trator enchedeira.

Nesse sentido, elaboramos um problema considerado aberto, no qual os alunos teriam que simular uma venda de três tipos diferentes de minérios que são extraídos do garimpo, de acordo com o valor comercial de cada um desses, de forma que o garimpeiro conseguisse auferir o valor extado de R\$ 1.500,00 (um mil e quinhentos reais) para custear as despesas com o combustível consumido pela enchedeira durante a realização de uma semana de trabalho no garimpo.

Disponibilizamos um quadro (ver Quadro 1 do Apêndice A) com as informações de unidade e valor comercial dos cinco minérios que são explorados nos garimpos que foi pesquisado, para que os alunos, na escolha de três deles, simulassem a venda. Nesse caso, os alunos estavam diante de um problema para o qual não existia uma fórmula matemática pronta e fechada que pudesse ser utilizada para resolvê-lo; ou seja, um problema do tipo aberto, que, na concepção das Orientações Curriculares para o Ensino Médio das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Brasil (2006, p. 84):

[...] procura levar o aluno à aquisição de procedimentos para resolução de problemas. A prática em sala de aula desse tipo de problema acaba por transformar a própria relação entre o professor e os alunos e entre os alunos e o conhecimento matemático. O conhecimento passa a ser entendido como uma importante ferramenta para resolver problemas, e não mais como algo que deve ser memorizado para ser aplicado em momentos de ‘provas escritas’.

Nos dois problemas seguintes, continuamos trabalhando com situações que são vivenciadas no garimpo, abordando na situação-problema 2, o conhecimento empírico do garimpeiro que, por experiência, sabe que em cada carregamento de aproximadamente 2.500kg de material retirado do garimpo ele consegue extrair uma quantidade aproximada de 2kg do minério tantalita, cujo valor comercial também está descrito no Quadro 1 do apêndice A. Na situação-problema 3, levamos aos alunos um registro das anotações feitas pelo comprador do minério mica, durante a realização da pesagem no momento da venda. Finalizamos esse bloco de situações-problema com um quarto problema, a partir do qual os alunos deveriam elaborar

um gráfico, considerando os dados informados na situação-problema 3, relacionando o valor da massa em kg contida em cada recipiente que armazena o minério mica (sacos de *nylon*) com a quantidade de recipientes que foi utilizada na pesagem desse minério.

Durante a etapa da resolução dos problemas foi possível observar uma participação ativa e efetiva dos alunos, eles estavam bastante concentrados e focados na busca de ideias para tentar solucionar os problemas propostos. Nessa última atividade, percebemos que até os alunos considerados mais dispersos, se envolveram e começaram a ajudar os colegas de grupo, contribuindo com a apresentação de sugestões e alternativas na busca de encontrar as soluções para os problemas apresentados. Essa participação ativa dos alunos pode ser observada na Figura 50, a seguir:

Figura 50 – Alunos concentrados na etapa da resolução dos problemas



Fonte: Arquivo dos autores.

Continuamos observando e permeando entre os grupos, estimulando esse trabalho colaborativo. Nesse momento, surgiram dois questionamentos praticamente ao mesmo tempo. A aluna A5 perguntou: “*nessa situação-problema 1, a venda tem que dar o valor exato de mil e quinhentos reais, é isso?*”. Já no grupo B, a aluna B5 questiona: “*tenho que conseguir os mil e quinhentos reais com a venda dos três tipos diferentes de minérios, ou é para conseguir mil e quinhentos reais com a venda de cada minério?*”. Aproveitamos para responder as duas perguntas de uma só vez, informando às alunas os cuidados que devemos tomar com a interpretação dos problemas, comunicando que a referida simulação da venda teria que registrar

o valor exato de 1.500,00 (um mil e quinhentos reais), e que o garimpeiro teria que auferir esse valor na comercialização dos três tipos distintos de minérios escolhidos para venda.

Sem registros de mais dúvidas, os grupos finalizaram a etapa da resolução dos problemas e apresentaram suas respostas, que foram analisadas e categorizadas conforme o Quadro 8, a seguir.

Quadro 8 – Análise das respostas do quarto bloco de situações-problema

Bases de categorização	Atividade 4	Grupos				
		A	B	C	D	E
Resolução que não conduziu à resposta adequada	Situação-problema 1					
	Situação-problema 2					
	Situação-problema 3					
	Situação-problema 4	X				
Resolução feita por diferentes processos, mas que satisfaz a solução	Situação-problema 1			X		
	Situação-problema 2	X		X		X
	Situação-problema 3	X	X	X		X
	Situação-problema 4					
Resolução organizada e estruturada em linguagem matemática	Situação-problema 1	X	X		X	X
	Situação-problema 2		X		X	
	Situação-problema 3				X	
	Situação-problema 4		X	X	X	X

Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com os dados das análises dispostos no Quadro 8, é possível observar o bom desempenho dos alunos nessa quarta atividade, das vinte respostas apresentadas (quatro de cada grupo), dezenove estavam dentro da segunda ou terceira base de categorização, ou seja, 95% de aproveitamento. Os alunos, seja utilizando a Matemática acadêmica, seja por outros meios provenientes de conhecimentos prévios trazidos à sala de aula, conseguiram encontrar soluções que satisfaziam as indagações de cada situação-problema pertencente a esse quarto bloco de atividades.

Ainda conforme os dados do Quadro 8, podemos constatar um aumento do número de respostas apresentadas dentro da segunda base de categorização (Etapa 7 da RP). Entendemos que esse fato se justifica devido aos alunos não lembrarem ou não terem tido acesso previamente aos conteúdos trabalhados na presente atividade, mas que, por meio de um

processo investigativo, descreveram suas soluções de forma coerente, tendo a oportunidade de se apropriar do conhecimento com a construção dos conceitos matemáticos. Para isso, o professor colaborador e o pesquisador atuaram como mediadores do processo de ensino e aprendizagem (Etapa 8 da RP).

Nessa concepção, assim como afirmam Leal Júnior e Onuchic (2015, p. 959), no ensino por meio da Resolução de Problemas “os estudantes passam a ter participação efetiva na constituição de sua aprendizagem, ou seja, são coautores da mesma e os professores são os incentivadores e mediadores desse processo através das atividades de ensino”.

Finalizamos a aplicação da presente atividade, consolidando a etapa da formalização do conteúdo (Etapa 9 da RP), momento no qual os conceitos matemáticos que foram construídos pelos alunos na etapa da resolução dos problemas foram polidos, estruturados em linguagem matemática e apresentados na lousa.

Antes de me despedir da turma da terceira série A, turno vespertino, da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho, agradei a participação dos alunos, comunicando-os que os mesmos foram fundamentais para a culminância da nossa proposta de pesquisa de Mestrado, a aplicação do Produto Educacional. Em seguida, proferi algumas palavras de incentivo, que continuassem sempre no caminho dos estudos, pois esses foram os ensinamentos que o meu pai, um garimpeiro da região, e minha mãe, uma dona de casa, tinham me passado e que eu me sentia no dever, como cidadão, pesquisador e professor, de continuar mediando esses ensinamentos para a classe estudantil.

Agradei também o professor colaborador Frank Kleber de Lima, por ter cedido suas aulas para aplicação da nossa proposta de ação pedagógica e, por fim, para suavizar as tensões, depois da realização das quatro atividades que foram aplicadas sequencialmente, proporcionamos um momento de descontração com a distribuição de alguns doces, abrindo espaço para fala dos alunos que informaram terem gostado bastante de trabalhar com a metodologia de ensino por meio da Resolução de Problemas, pois mesmo que fosse mais trabalhoso, o conhecimento era realmente assimilado e não apenas memorizado.

6.5 INFORMAÇÕES ADICIONAIS E EMPECILHOS ENCONTRADOS DURANTE A APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Com base nas respostas apresentadas no questionário diagnóstico (ver Apêndice D), cujo objetivo principal era identificar o perfil sociocultural dos estudantes, foi possível observar

que os alunos com mais participação e interação durante a aplicação das atividades foram justamente aqueles que declararam ter algum membro da família ou conhecido que trabalha ou já trabalhou em garimpos da região.

Distribuímos intencionalmente esses alunos entre os cinco grupos e o resultado transcorreu conforme havíamos planejado, ou seja, aqueles alunos que tinham alguma ligação com o ambiente do garimpo, sentindo-se motivados em perceber que sua cultura estava sendo valorizada em sala de aula, buscavam, num trabalho colaborativo, disseminar suas ideias e conhecimentos extraescolares para os demais membros do grupo.

Os alunos(as) A4, B1, C6, D1 e E5, que tinham uma maior ligação com o ambiente do garimpo, sentiram-se à vontade para se expressar, mas os demais também participaram, principalmente na etapa 7 da RP, momento das apresentações e defesa dos pontos de vista de cada grupo.

Constatamos ainda que essa interação refletiu na aprendizagem, não apenas nos resultados das análises da quarta e última atividade, como também nos depoimentos dos alunos que informaram que no trabalho de resolução das situações-problema, aplicando a metodologia de ensino por meio da Resolução de Problemas, o conhecimento era realmente assimilado e não apenas memorizado.

Entre os empecilhos encontrados durante a aplicação do produto educacional, destacamos:

- os alunos não estavam habituados a realizar leitura e interpretação de textos, principalmente em problemas matemáticos (empecilho que foi sendo sanado ao longo da aplicação das atividades);
- algumas aulas fragmentadas. As aplicações das atividades foram realizadas nas aulas de Matemática da turma da terceira série A da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho nas segunda e terças-feiras. As duas aulas das segundas-feiras eram realizadas de forma contínua, mas nas terças-feiras iniciávamos a aplicação no terceiro horário, parávamos no quarto, os alunos tinham aula de outra disciplina, e voltávamos no quinto para finalizar a aplicação;
- tivemos algumas aulas que foram suspensas por motivos de manifestações ocorridas em nível nacional;
- curto período de tempo para aplicação das atividades. De acordo com Leal Júnior e Onuchic (2015, p. 970-971),

[...] conhecer e auxiliar cada estudante, com suas deficiências, dificuldades e carências, é parte essencial do papel do professor em sala de aula. Esses elementos podem se tornar impedimentos/obstáculos para que os estudantes possam ser coautores na construção de novos conhecimentos, colaborando e cooperando no trabalho do ensino-aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas. Trata-se de um trabalho árduo e, muitas vezes, demanda tempo e diálogo entre professor-estudante.

Apresentaremos no capítulo seguinte as Considerações Finais da presente pesquisa, discorrendo acerca das possibilidades de utilização do presente estudo no processo de ensino e aprendizagem de Matemática no âmbito da Educação Básica.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme aponta Monteiro (2004), apesar de a Etnomatemática apresentar diversas contribuições para o contexto escolar numa perspectiva filosófica e colocar em debate a produção, a validação e a legitimação do conhecimento matemático em diferentes práticas sociais, sua utilização em propostas curriculares ainda é algo incipiente no âmbito da Educação Matemática.

Nesse sentido, considerando a importância de valorizar e reconhecer os saberes e fazeres advindos dos mais diversos grupos socioculturais e as possibilidades de utilização desses conhecimentos etnomatemáticos em sala de aula, torna-se necessário ampliar o debate acerca de propostas pedagógicas que possam vincular a vida e as necessidades dos alunos em seu contexto social.

Visando contribuir com esta discussão, nossa pesquisa no garimpo nos revelou uma rica fonte de situações-problema, cujo contexto foi utilizado para elaboração de uma proposta de ação pedagógica (Caderno de Atividades), destinada a professores e educadores de Matemática, tendo como público-alvo final os alunos da Educação Básica.

Com a realização da intervenção pedagógica na turma da terceira série A da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho, buscamos proporcionar a esses estudantes, provenientes, em sua maioria, das comunidades rurais do município de Parelhas/RN, a oportunidade de trabalhar com problemas vivenciados dentro do seu universo cultural, visando capacitá-los no desenvolvimento do pensamento crítico e na elaboração de estratégias intelectuais para enfrentar situações e problemas novos, fortalecendo o elo entre o seu cotidiano e a Matemática acadêmica. Diante disso, Altenhofen (2008, p. 28) ratifica que,

[...] o diálogo crítico se fortalece nas reflexões que o aluno faz sobre seu cotidiano e na Matemática, na realidade vivenciada por ele e quando pode compartilhar essas reflexões. Ao compartilhar suas reflexões e vivências, além de socializar-se, ele consegue elaborar conceitos e opiniões, formando assim uma postura de cidadão consciente da sua realidade e dos impasses oferecidos por ela.

Durante a aplicação dos quatro blocos de atividades, foi possível observar o compartilhamento das ideias e a socialização entre os grupos, num processo de interação, em que os alunos participaram ativamente da resolução dos problemas apresentados. Além disso, os estudantes foram motivados a pensar e criar estratégias para resolução de situações-problema

inerentes ao contexto sociocultural do garimpo, possibilitando-os compreender como a Matemática é utilizada no cotidiano e a aplicabilidade de seus conceitos em situações reais do nosso dia a dia.

Nesse aspecto, observamos, ainda, conforme as análises registradas de acordo com as bases de categorização, um avanço no desenvolvimento dos alunos e, conseqüentemente, na aprendizagem. Isso foi refletido nos depoimentos dos estudantes, os quais, ao final das atividades, informaram que no trabalho de resolução das situações-problema, aplicando a metodologia de ensino por meio da Resolução de Problemas, o conhecimento era realmente assimilado e não apenas memorizado.

Outro ponto importante a se destacar, foi a evolução dos alunos na prática de leitura, em virtude das etapas 2 (Leitura individual) e 3 (Leitura em conjunto) da metodologia de ensino por meio da Resolução de Problemas, adotada neste trabalho para aplicação das situações-problema presentes no Caderno de Atividades.

Ademais, inserimos em nossa proposta de ação pedagógica, alguns problemas desafiadores, levando os alunos a criar o hábito de discutir e negociar em grupo, as ideias consideradas mais coerentes para as resoluções das situações-problema propostas. Dessa forma, os conceitos matemáticos eram assimilados por meio de um processo de construção do conhecimento.

Desse modo, conforme apontam as Orientações Curriculares para o Ensino Médio das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Brasil (2006, p. 85),

[...] ante uma situação-problema ligada ao “mundo real”, com sua inerente complexidade, o aluno precisa mobilizar um leque variado de competências: selecionar variáveis que serão relevantes para o modelo a construir; problematizar, ou seja, formular o problema teórico na linguagem do campo matemático envolvido; formular hipóteses explicativas do fenômeno em causa; recorrer ao conhecimento matemático acumulado para a resolução do problema formulado, o que, muitas vezes, requer um trabalho de simplificação quando o modelo originalmente pensado é matematicamente muito complexo; validar, isto é, confrontar as conclusões teóricas com os dados empíricos existentes; e eventualmente ainda, quando surge a necessidade, modificar o modelo para que esse melhor corresponda à situação real, aqui se revelando o aspecto dinâmico da construção do conhecimento.

Diante do exposto, das observações realizadas durante as visitas de campo nos garimpos pesquisados e da aplicação da proposta de ação pedagógica em sala de aula, cumprimos os objetivos estabelecidos para a presente pesquisa, além de responder a questão-foco inicial,

ponto de partida para trajetória deste estudo, ou seja, investigamos os conhecimentos etnomatemáticos que são utilizados pelos garimpeiros no processo de extração e comercialização de minerais e verificamos que é possível inserir esses conhecimentos no âmbito escolar com a aplicação da proposta de ação pedagógica junto aos alunos da Educação Básica.

Portanto, é salutar propiciar aos alunos um novo olhar sobre a Matemática, na promoção de uma educação que valorize a diversidade cultural, respeitando as singularidades e particularidades desse aluno em sua realidade social, oferecendo mecanismos e propostas de ações pedagógicas que resgatem a herança histórica e cultural sem fugir da realidade da Matemática acadêmica.

REFERÊNCIAS

- ANDREATTA, Cidimar. **Ensino e aprendizagem de matemática e educação do campo: o caso da Escola Municipal Comunitária Rural “Padre Fulgêncio do Menino Jesus”**, município de Colatina, Estado do Espírito Santo. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Vitória/ES, 2013.
- ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazio Afonso de. **Etnografia da prática escolar**. Campinas, SP: Papirus, 1995.
- ALTENHOFEN, Marcele Elisa. **Atividades contextualizadas nas aulas de matemática para a formação de um cidadão crítico**. 2008. Disponível em: <<http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/3332/1/403145.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2017.
- ARAÚJO JÚNIOR, Gilberto Cunha de. **A etnomatemática em uma cerâmica da região do Seridó/RN**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática – PPGECONM, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal/RN, 2013.
- BANDEIRA, Francisco de Assis. **Pedagogia etnomatemática: ações e reflexões em matemática do ensino fundamental com um grupo sócio-cultural específico**. Tese de (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências Sociais e Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal/RN, 2009.
- _____. **Pedagogia etnomatemática: ações e reflexões em matemática do ensino fundamental**. Natal, RN: EDUFRN, 2016.
- BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigações Qualitativas em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos, Telma Mourino Baptista. Porto: Lisboa, 1994.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**, 2016a. 2. ed. revista. Disponível em: <<http://historiadabncc.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2017.
- _____. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**, 2010. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/3MU>>. Acesso em: 02 set. 2016.
- _____. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. v. 2. 135 p.
- _____. **Orientações para Aplicativos de Propostas de Cursos Novos da CAPES – APCN**, 2016b. Disponível em: <https://www.capes.gov.br/images/documentos/Criterios_apcn_2016/Criterios_APCN_Ensino.pdf> Acesso em: 26 out. 2017.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Secretaria de Educação Fundamental. Matemática (3º e 4º ciclos). Brasília: MEC/SEF, 1998.

DALTO, Jader Otavio; SILVA, Karina Alessandra Pessoa. Atividade de modelagem matemática como estratégia de avaliação da aprendizagem. **Educação Matemática em Revista**, Brasília, v. 23, n. 57, p. 34-45, jan./mar. 2018.

D'AMBROSIO, Beatriz S. **Como ensinar matemática hoje?** Temas e Debates, SBEM, Brasília, ano II. n. 2, p. 15-19, 1989.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Da realidade à ação:** reflexões sobre educação e matemática. São Paulo: Summus, 1986.

_____. **Etnomatemática:** elo entre as tradições e a modernidade. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2015.

_____. Ethnomathematics an overview. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ETNOMATEMÁTICA, 2. 2002, Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto, MG: Universidade de Ouro Preto, 2002. 1 CD-ROM.

_____. O Programa Etnomatemática: uma síntese. **Revista Acta Scientiae**, Canoas, v. 10, n.1, p. 1-16, jan./jun. 2008.

FERREIRA, Ana Cláudia M. et al. Ocorrências de euclásios gemas em pegmatitos berilo-tantalíferos da região do Seridó, Província Pegmatítica da Borborema. **Estudos Geológicos** v. 18, n. 2, p. 117-128, maio 2008.

FERREIRA, Eduardo Sebastiani. **A importância do conhecimento etnomatemático indígena na escola dos não-índios**. Campinas: IMECC/UNICAMP, 1994.

_____. Eduardo Sebastiani. Cidadania e Educação Matemática. **A Educação Matemática em Revista**, Blumenau, v.1, n. 1, p. 12-18, 1993.

_____. Por uma teoria da etnomatemática. **Bolema**, Rio Claro (SP), n. 7, p. 30-35, 1991.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996. (Coleção Leitura).

KNIJNIK, Gelsa et al. **Etnomatemática em movimento**. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.

LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. **A construção do saber:** manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Tradução de Heloisa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Artmed, 1999.

LEAL JÚNIOR, Luiz Carlos; ONUCHIC, Lourdes de La Rosa. Ensino e aprendizagem de matemática através da resolução de problemas como prática sociointeracionista. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 29, n. 53, p. 955-978, dez. 2015.

LIMA, Elisângela Maria de. **Doenças respiratórias associadas à atividade de mineração no município de Parelhas, região do Seridó Norte-Riograndense**. 2009. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFRN, Natal, 2009.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Elisa Dalmazo Afonso. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

LUIZ, Elisete Adriana José; COL, Lidiane de. **Alternativas metodológicas para o ensino de Matemática visando uma aprendizagem significativa**. VI Congresso Internacional de Ensino da Matemática, Ulbra – Canoas/RS, 2013. Disponível em: <<http://www.conferencias.ulbra.br/index.php/ciem/vi/paper/viewFile/1015/115>>. Acesso em: 21/05/2018.

LUZ, Adão Benvindo da; LINS, Fernando Antônio Freitas. **Rochas & minerais industriais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005. p. 867.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MELO, Rodrigo Otávio Freire de. **A mineração artesanal e de pequena escala em peqmatitos e cerâmica no município de Parelhas, região do Seridó/Rio Grande do Norte**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFRN, Natal/RN, 2011.

MIARKA, Roger. **Etnomatemática: do ôntico ao ontológico**. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro: [s.n.], 2011.

MONTEIRO, Alexandrina. Algumas reflexões sobre a perspectiva educacional da Etnomatemática. **Zetetiké**, v. 12, n. 22, jul./dez., p. 9-32, 2004.

MORAIS, José Nilson. **Etnomatemática da feira livre: contribuições para uma proposta didático-pedagógica de ensino-aprendizagem em matemática na educação básica**. (Dissertação de Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática – PPGECONM, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal/RN, 2016.

MOREIRA, Marco Antônio. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: L F, 2011.

NASCIMENTO, Paulo Sérgio de Rezende; PETTA, Reinaldo Antônio; CAMPOS, Thomas Costa. Mapeamento Temático da Província Pegmatítica Borborema no Estado do Rio Grande do Norte: municípios de Parelhas e Equador. **Revista Geonordeste**, São Cristóvão, ano XXV, n. 3, p. 57-72, ago./dez. 2014.

NUÑEZ, Isauro Béltran; RAMALHO, Betania Leite. **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e matemática**. Porto Alegre: Sulina, 2004.

ONUCHIC, Lourdes de la Rosa; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. Novas reflexões sobre o ensino-aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; BORBA, Marcelo de Carvalho (Org.). **Educação matemática: pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez, 2004. p. 213-231.

_____; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. Pesquisa em resolução de problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Bolema**, Rio Claro, v. 25, n. 41, p. 73-98. 2011.

Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da UFRN – PPGECNM, Natal/RN, 2016. Disponível em: <https://sigaa.ufrn.br/sigaa/public/programa/documentos.jsf?lc=pt_BR&id=134&idTipo=2>. Acesso em: 08 nov. 2017.

ROCHA, Ana Luíza Carvalho; ECKERT, Cornelia. Etnografia: saberes e práticas. In: PINTO, Céli Regina Jardim; Guazzelli, Cèsar Augusto Barcellos (Org.). **Ciências humanas: pesquisa e método**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2008. Disponível em: <<file:///D:/Downloads/9301-29599-1-PB.pdf>>. Acesso em: 14 de ago. 2017.

SILVA, et al. **Banco de dados geográficos no spring visando a análise geoambiental na região do Seridó**. Holos, Ano 24, Vol. 2, 2008.

SMOLE, Kátia Stocco. A resolução de problemas e o pensamento matemático. **Societas Mariae, SM**. Disponível em: <http://www.edicoessm.com.br/sm_resources_center/somos_mestres/formacao-reflexao/a-resolucao-de-problemas-pensamento-matematico.pdf>. Acesso em: 09 set. 2017.

SOUZA, Analucia Castro Pimenta de; NUNES, Célia Barros. A resolução de problemas como metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de matemática em sala de aula. In: **Anais do IX Encontro Nacional de Educação Matemática**. Belo Horizonte: UniBH, 2007.

VERGANI, Teresa. **Educação etnomatemática: o que é?**. Natal: Flecha do Tempo, 2007.

ZUIN, Elenice de Souza Lodron. **Por uma nova Arithmetica: o sistema métrico decimal como um saber escolar em Portugal e no Brasil oitocentistas**. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – PUC/SP, São Paulo, 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

CADERNO DE ATIVIDADES

**SABERES E FAZERES NO GARIMPO:**

SITUAÇÕES-PROBLEMA
PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA
NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Freudson Dantas de Lima
Francisco de Assis Bandeira



UFRN
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

PPGECNM
Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Ciências Naturais e Matemática



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E
MATEMÁTICA**

PRODUTO EDUCACIONAL

**SABERES E FAZERES NO GARIMPO: SITUAÇÕES-PROBLEMA PARA O
ENSINO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Produto Educacional apresentado à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Bandeira

NATAL – RN

2018

LISTA DE ESQUEMAS DO PRODUTO EDUCACIONAL

Esquema 1	Origem das situações-problema.....	131
Esquema 2	Relação tempo/profundidade na perfuração do furo na rocha.....	136
Esquema 3	Tempo necessário para atingir a profundidade de 2,4m.....	155
Esquema 4	Tempo necessário para atingir a profundidade de 60 centímetros.....	155
Esquema 5	Cálculo do volume desprendido da bancada.....	156
Esquema 6	Cálculo da massa do volume desprendido da bancada.....	157
Esquema 7	Consumo de combustível da enchedeira por hora de trabalho.....	159
Esquema 8	Volume de um saco completamente cheio do minério mica.....	160
Esquema 9	Dimensões sugeridas para o novo recipiente.....	161
Esquema 10	Cálculo do volume da caçamba do caminhão.....	163
Esquema 11	Cálculo da quantidade de sacos que podem ser acondicionados na caçamba do caminhão.....	163
Esquema 12	Cálculo da porcentagem de uma produção de 14 sacos do minério mica completamente cheios em relação ao volume total da caçamba.....	164
Esquema 13	Produção do minério tantalita em kg.....	165
Esquema 14	Cálculo do total de massa do material utilizado na produção.....	165
Esquema 15	Cálculo do valor em R\$ da produção do garimpeiro.....	166
Esquema 16	Gráfico relacionando a massa em kg com a quantidade de sacos utilizados na pesagem.....	167
Esquema 17	Massa aproximada de feldspato presente na composição da massa total da cerâmica de piso comprada.....	170

LISTA DE FIGURAS DO PRODUTO EDUCACIONAL

Figura 1	Garimpeiros perfurando a rocha.....	135
Figura 2	Furo onde será depositado o material explosivo.....	135
Figura 3	Frente de desmonte da bancada.....	137
Figura 4	Enchedeira retirando os materiais resultantes das detonações.....	140
Figura 5	Estocagem da mica.....	143
Figura 6	Estocagem do feldspato.....	143
Figura 7	Caminhão-caçamba utilizado para o transporte de feldspato.....	144
Figura 8	Tantalita no pegmatito.....	146
Figura 9	Berilo.....	146
Figura 10	Mica.....	146
Figura 11	Feldspato.....	146
Figura 12	Albita tipo C (prego de albita).....	147
Figura 13	Registro de pesagem da produção do minério mica.....	149

LISTA DE QUADROS DO PRODUTO EDUCACIONAL

Quadro 1	Valores de cada minério por unidade de massa.....	148
Quadro 2	Venda da produção de 3 minérios para custear o valor gasto com combustível na enchedeira em uma semana de trabalho no garimpo.....	164

SUMÁRIO DO PRODUTO EDUCACIONAL

1	APRESENTAÇÃO.....	127
1.1	OBJETIVOS DO CADERNO DE ATIVIDADES.....	129
2	PROPOSIÇÃO DAS ATIVIDADES.....	131
3	ESTRUTURAÇÃO DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA.....	133
4	SITUAÇÕES-PROBLEMA NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DOS MINERAIS.....	134
4.1	TEXTO DE REFERÊNCIA: CONTEXTUALIZANDO O PROCESSO DE EXTRAÇÃO DOS MINERAIS.....	134
5	SITUAÇÕES-PROBLEMA NO PROCESSO DE SEPARAÇÃO DOS MINERAIS.....	139
5.1	TEXTO DE REFERÊNCIA: CONTEXTUALIZANDO O PROCESSO DE SEPARAÇÃO DOS MINERAIS.....	139
6	SITUAÇÕES-PROBLEMA NO PROCESSO DE TRANSPORTE E ESTOCAGEM DOS MINERAIS.....	142
6.1	TEXTO DE REFERÊNCIA: CONTEXTUALIZANDO O PROCESSO DE TRANSPORTE E ESTOCAGEM DOS MINERAIS.....	142
7	SITUAÇÕES-PROBLEMA NO PROCESSO DE COMERCIALIZAÇÃO DOS MINERAIS.....	146
7.1	TEXTO DE REFERÊNCIA: CONTEXTUALIZANDO O PROCESSO DE COMERCIALIZAÇÃO DOS MINERAIS.....	147
8	SITUAÇÕES-PROBLEMA ENVOLVENDO A UTILIZAÇÃO DOS MINERAIS.....	150
8.1	TEXTO DE REFERÊNCIA: CONTEXTUALIZANDO O PROCESSO DE UTILIZAÇÃO DOS MINERAIS.....	150
9	ORIENTAÇÕES AOS DOCENTES.....	152
9.1	ORIENTAÇÕES PARA AS RESPOSTAS DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DOS MINERAIS.....	154
9.2	ORIENTAÇÕES PARA AS RESPOSTAS DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA DO PROCESSO DE SEPARAÇÃO DOS MINERAIS.....	157

9.3	ORIENTAÇÕES PARA AS RESPOSTAS DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA DO PROCESSO DE TRANSPORTE E ESTOCAGEM DOS MINERAIS.....	160
9.4	ORIENTAÇÕES PARA AS RESPOSTAS DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA DO PROCESSO DE COMERCIALIZAÇÃO DOS MINERAIS.....	164
9.5	ORIENTAÇÕES PARA AS RESPOSTAS DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA ENVOLVENDO A UTILIZAÇÃO DOS MINERAIS.....	167
10	DICAS E SUGESTÕES ADICIONAIS.....	172
	REFERÊNCIAS DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	173

1 APRESENTAÇÃO

Caros Professores!

Este Produto Educacional é o resultado final de uma pesquisa de Mestrado vinculada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM), da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), cujo objetivo principal centrou-se na investigação, à luz da Etnomatemática²⁷, dos conhecimentos matemáticos que são utilizados por um grupo de garimpeiros no processo de extração e comercialização de minerais em dois garimpos localizados na zona rural da cidade de Parelhas²⁸, no Estado do Rio Grande do Norte/RN.

Ainda como finalidade desta pesquisa, foram analisados como os conhecimentos (empíricos) matemáticos dos garimpeiros e as Matemáticas presentes nas práticas laborais desse grupo de trabalhadores poderiam contribuir para a construção de uma proposta de ação pedagógica para o ensino de Matemática na Educação Básica.

A culminância desse estudo se deu com a elaboração deste Caderno de Atividades contendo situações-problema inerentes ao contexto sociocultural do garimpo, que aqui apresentaremos.

O presente Caderno de Atividades consiste numa proposta de ação pedagógica para o ensino de Matemática na perspectiva da Resolução de Problemas, destinada aos docentes e educadores dessa área de conhecimento, podendo ser estendida sua aplicação a projetos interdisciplinares com as devidas adaptações aos objetivos almejados.

Desse modo, esta proposta é constituída por atividades a serem realizadas em sala de aula pelos alunos com o auxílio do docente, tendo como ponto de partida situações-problema vivenciadas no cotidiano de um grupo de garimpeiros.

Pretende-se, com a disponibilização deste Produto Educacional, fomentar a utilização de materiais didáticos que valorizem as habilidades, os conhecimentos empíricos, as formas de compreensão e as diversas Matemáticas presentes em determinados grupos socioculturais.

²⁷ Etnomatemáticas são os modos, as artes e as técnicas de explicar, conhecer e lidar com o ambiente natural, social, cultural e imaginário (D'AMBROSIO, 2015).

²⁸ A cidade de Parelhas fica localizada na mesorregião Central Potiguar e na microrregião Seridó Ocidental. As duas principais fontes de geração de emprego e renda do município são as indústrias cerâmicas e a extração e comercialização de minérios.

Não obstante, esta proposta de ação pedagógica contempla situações-problema que irão proporcionar aos alunos, a proximidade de uma realidade vivenciada por um determinado grupo sociocultural, nesse caso, os trabalhadores de garimpos.

Com a utilização de atividades contextualizadas, os professores são levados a explorar problemas provocativos de discussões e a imersão em contextos mais atraentes, abordando situações cotidianas, menos abstratas e, dessa forma, desconstruindo a ideia prévia que os alunos trazem sobre a Matemática, de que a aprendizagem se dá apenas por meio de um acúmulo de fórmulas e algoritmos prontos e acabados.

Nesse sentido, conforme Andreatta (2013, p. 102),

Quando os estudantes conseguem estabelecer associações, conexões e aproximações entre o ‘seu mundo’ e o ‘mundo escolar’, ou seja, o conhecimento matemático cotidiano e o conhecimento matemático escolar, o resultado da aprendizagem e interesse dos mesmos é mais significativo.

Por isso, o professor precisa buscar ou construir novos recursos de aprendizagens, diversificar sua metodologia, saindo de sua zona de conforto e das formas tradicionais de ensino que se mostram muitas vezes pouco interessantes e desestimulantes para os alunos.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino de Matemática:

É consensual a ideia de que não existe um caminho que possa ser identificado como único e melhor para o ensino de qualquer disciplina, em particular, da Matemática. No entanto, conhecer diversas possibilidades de trabalho em sala de aula é fundamental para que o professor construa sua prática (BRASIL, 1998, p. 42).

Nessa perspectiva, ressaltamos que não há receitas, nem padrões considerados prontos e ideais para o ensino de Matemática, cada contexto precisa ser estudado e levado em consideração.

Portanto, ao propor a aplicação das situações-problema presentes neste Caderno de Atividades, não sugerimos o abandono da Matemática acadêmica, mas orientamos aos aplicadores que é possível construir um conhecimento matemático com a utilização de instrumentos e materiais pedagógicos que valorizem os modos, estilos e técnicas de explicar, aprender e lidar com o ambiente natural, social e cultural, ou seja, com as várias etnomatemáticas.

Conforme dito, este Produto Educacional visa potencializar a aquisição e a construção dos conhecimentos matemáticos pelos discentes, por meio da aplicação de situações-problema contextualizadas com o ambiente natural do garimpo, abordando as atividades de extração, separação, estocagem, transporte, comercialização e utilização dos minerais.

Reiteramos que este Produto Educacional apresenta-se como uma alternativa pedagógica, da qual o professor pode fazer uso, dispondo de um mecanismo a mais para sua prática docente, enriquecendo, desse modo, seu rol de possibilidades para o ensino e aprendizagem de Matemática na Educação Básica.

1.1 OBJETIVOS DO CADERNO DE ATIVIDADES

- Definimos como objetivos principais deste Caderno de Atividades:
 - ✓ Valorizar nos alunos, suas habilidades, conhecimentos prévios e as formas de compreensão das diversas Matemáticas que estão presentes no nosso cotidiano;
 - ✓ Propiciar aos alunos um novo olhar sobre a Matemática, na promoção de uma educação que valorize a diversidade cultural, respeitando as singularidades e particularidades desse aluno em sua realidade social, oferecendo mecanismos e propostas de ações pedagógicas que resgatem a herança histórica e cultural sem fugir da realidade da Matemática acadêmica.
 - ✓ Fomentar a utilização de propostas pedagógicas que possam vincular a vida e as necessidades dos alunos em seu ambiente natural.
- Espera-se, ainda, com esta ação pedagógica, que os alunos participem ativamente do processo de ensino-aprendizagem dos conceitos matemáticos, como também:
 - ✓ Despertar o interesse dos alunos para a resolução de situações-problema;
 - ✓ Desenvolver as habilidades de observar, registrar, analisar dados e elaborar ideias;
 - ✓ Desenvolver habilidades para se trabalhar com cálculos estimativos;
 - ✓ Incentivar nos alunos, o princípio de questionador e argumentador, para que apresentem e justifiquem suas respostas de forma coerente.
 - ✓ Trabalhar conceitos matemáticos, utilizando contextos socioculturais;

- ✓ Oportunizar aos alunos uma aprendizagem significativa, de forma que eles possam utilizar os conceitos apropriados na aplicação de situações-problema envolvendo outros contextos;
- ✓ Valorizar o conhecimento e a cultura dos garimpeiros.

2 PROPOSIÇÃO DAS ATIVIDADES

As atividades que contemplam esta proposta de ação pedagógica foram desenvolvidas a partir das investigações acerca dos saberes e fazeres de um grupo de garimpeiros que trabalham em dois garimpos localizados na zona rural da cidade de Parelhas, no interior do estado do Rio Grande do Norte.

Como resultado dessas observações, foram elaboradas situações-problema inerentes ao contexto sociocultural do garimpo, as quais propomos serem aplicadas em sala de aula, com a utilização da metodologia de ensino e aprendizagem por meio da Resolução de Problemas.

O Esquema 1, a seguir, apresenta as situações-problema como foco central da tríade – contexto sociocultural – Etnomatemática – Resolução de Problemas.

Esquema 1: Origem das situações-problema



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesse sentido, o contexto sociocultural, o garimpo, foi investigado à luz dos princípios da Etnomatemática, e, como produto dessa investigação, elaboramos esta proposta de ação pedagógica com situações-problema que recomendamos serem trabalhadas em sala de aula na perspectiva da metodologia de ensino e aprendizagem por meio da Resolução de Problemas, na concepção de Onuchic e Allevato (2011, p. 83-84), disponível no item 9, “Orientações aos Docentes”, do presente Caderno de Atividades.

Nessa perspectiva, as situações-problema presentes nesta proposta de ação pedagógica foram estruturadas a partir das observações de quatro etapas da produção mineral do garimpo (extração, separação, estocagem/transporte e comercialização dos minerais), e uma quinta abordagem, das funções e utilização dos minérios.

Os textos de referência que norteiam as situações-problema que compõem este Caderno de Atividades foram extraídos de entrevistas semiestruturadas realizadas com três garimpeiros e, principalmente, das observações participantes empreendidas no garimpo, técnicas específicas de coleta de dados de uma pesquisa qualitativa com abordagens etnográficas.

Buscamos contemplar na resolução das situações-problema, uma série de conceitos matemáticos abordados nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, percorrendo, desse modo, uma parte dos componentes curriculares que integram a Educação Básica.

No item 3, a seguir, apresentaremos como estão estruturadas as situações-problema do presente Caderno de Atividades.

3 ESTRUTURAÇÃO DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA

Dividimos as situações-problema que compõem este Caderno de Atividades em 5 etapas, 4 dessas, caracterizam a sequência de tarefas que são realizadas no garimpo para produção dos minerais e uma quinta que diz respeito à utilização desses minérios.

Na primeira etapa, apresentaremos as situações-problema referentes ao processo de extração dos minerais (ver item 4), em seguida abordaremos as situações-problema na etapa de separação desses minerais (ver item 5), posteriormente, uma terceira etapa contempla as situações-problema relativas ao processo de transporte e estocagem dos minerais (ver item 6). A quarta etapa, por sua vez, diz respeito à comercialização (ver item 7), e, por fim, abordaremos as situações-problema envolvendo a utilização dos minérios (ver item 8).

Cada etapa das situações-problema está estruturada da seguinte forma, a saber: inicialmente será apresentado um texto introdutório contendo uma breve explanação das questões a serem trabalhadas, bem como os conteúdos que poderão serem abordados. Posteriormente, serão exibidos os textos de referência, que foram extraídos das observações participantes empreendidas nos garimpos pesquisados e das entrevistas realizadas com os garimpeiros. Em seguida, virão as situações-problema relacionadas aos textos de referência descritos anteriormente.

Destacamos, ainda, as orientações aos docentes, que estão disponíveis no item 9 do presente Caderno de Atividades, contendo as instruções de como os professores devem proceder durante a aplicação das situações-problema de acordo com a metodologia de ensino e aprendizagem através da Resolução de Problemas, bem como as chaves de respostas com dicas e sugestões, de modo que os docentes possam fazer possíveis adequações no que tange à realidade educacional do local em que atuam e das especificidades vivenciadas pelos alunos.

A seguir, serão apresentadas as situações-problema que acabamos de comentar, para que os docentes e educadores possam aplicá-las em suas aulas e demais atividades didáticas como uma alternativa para o ensino-aprendizagem de Matemática na Educação Básica.

4 SITUAÇÕES-PROBLEMA NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DOS MINERAIS

As situações-problema que iremos trabalhar neste item dizem respeito à primeira etapa da produção mineral que é realizada no garimpo, a etapa da extração das rochas que contém os minérios.

No subitem 4.1, a seguir, será apresentado o texto de referência que deverá nortear os alunos durante a resolução das 3 situações-problema que foram elaboradas com base nas investigações realizadas nos garimpos pesquisados, nessa primeira fase da exploração mineral.

Os conteúdos matemáticos que podem ser trabalhados nas situações-problema na etapa de extração dos minerais são:

- ✓ Sequências numéricas
- ✓ Razão e proporção
- ✓ Operações com números decimais
- ✓ Regra de três
- ✓ Medidas de tempo
- ✓ Medidas de massa

4.1 TEXTO DE REFERÊNCIA: CONTEXTUALIZANDO O PROCESSO DE EXTRAÇÃO DOS MINERAIS

As etapas de produção de minérios no garimpo têm início no processo de extração dos minerais que estão presentes nas rochas denominadas de pegmatito²⁹ e ocorrem dentro da mina.

Nesse processo, os garimpeiros realizam perfurações nas rochas utilizando uma furadeira de alto impacto ligada a uma máquina compressor, conforme podemos observar na Figura 1.

O resultado dessas perfurações são furos de formato cilíndrico (ver Figura 2), onde serão depositados os materiais explosivos e realizadas as detonações para retirada das rochas de pegmatito que contém os minérios.

²⁹ Pegmatito, pegmatite ou pegmatita, é a designação dada a uma rocha ígnea de grão grosseiro cujo tamanho dos grãos (minerais) é igual ou maior que 20 mm. Diz-se que essas rochas apresentam textura porfírica ou pegmatítica (MELO, 2011).

Figura 1 – Garimpeiros perfurando a rocha



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 2 – Furo onde será depositado o material explosivo



Fonte: Arquivo dos autores.

Para realização desses furos, os garimpeiros utilizam aços³⁰ de diferentes tamanhos, 0,8m, 1,6m, 2,4m, e assim sucessivamente, de acordo com a necessidade de profundidade na perfuração de cada furo, como podemos observar no Esquema 2.

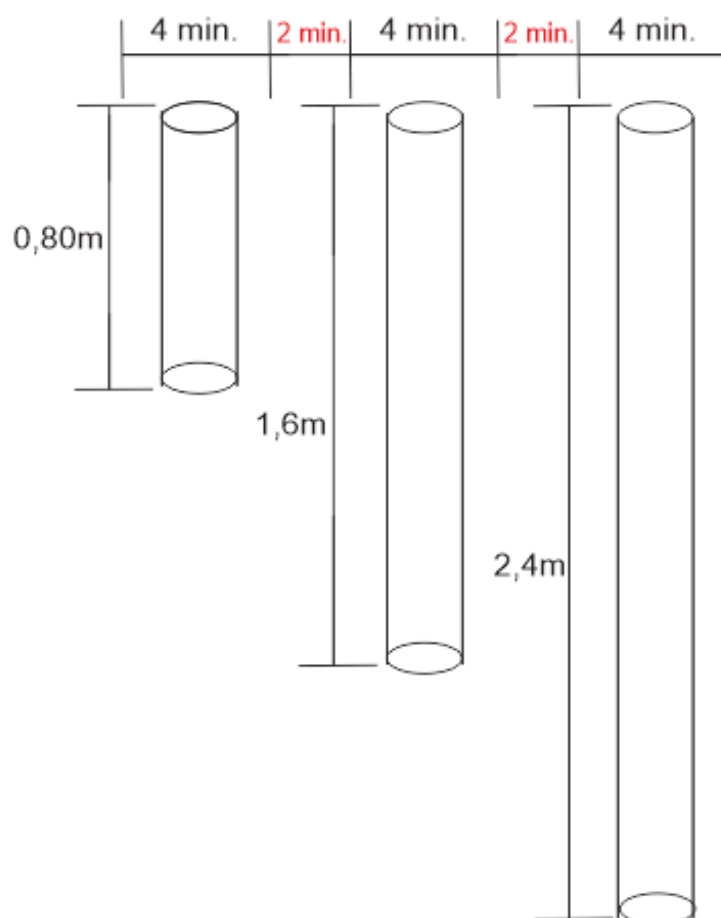
Durante uma observação da média de tempo que o garimpeiro necessita para perfuração de um furo de 2,4m na rocha, foram registrados os seguintes dados:

Na primeira perfuração o garimpeiro necessitou de 4 minutos para chegar à profundidade de 80 centímetros, utilizando o aço dessa respectiva altura. Em seguida, foram utilizados mais 2 minutos para colocação do segundo aço de 1,6m, quando o garimpeiro necessitou de mais 4 minutos para atingir essa profundidade. Por fim, aconteceu mais uma troca de aço para o de 2,4m, novamente em 2 minutos, e o garimpeiro, em mais 4 minutos, atingiu essa última profundidade.

O Esquema 2, a seguir, estabelece essas informações em uma relação de tempo/profundidade durante a realização dessa atividade.

³⁰ Ferramenta retilínea de formato cilíndrico que os garimpeiros acoplam à furadeira de alto impacto para perfurar os furos nas rochas.

Esquema 2 – Relação tempo/profundidade na perfuração do furo na rocha

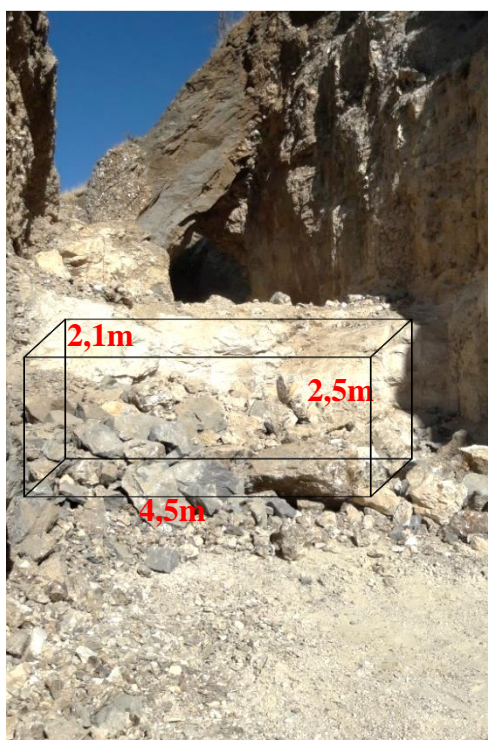


Fonte: Elaborado pelos autores.

Realizadas as perfurações e posteriormente as detonações, o desmonte vai avançando ao longo da zona mineralizada em bancadas³¹ longitudinais, conforme ilustra a Figura 3, a seguir.

³¹ Formação rochosa linear que se apresenta verticalmente equidistante de acordo com a sua profundidade, mediante cortes transversais, resultantes das detonações (LUZ; LINS, 2005).

Figura 3 - Frente de desmonte da bancada



Fonte: Arquivo dos autores.

Observa-se na Figura 3 que essa bancada apresenta-se no formato de um prisma regular retangular e que suas dimensões são, respectivamente, 4,5m de comprimento por 2,5m de altura por 2,10m de largura.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 1:

Observando o Esquema 2. Se o garimpeiro necessita realizar a perfuração de um furo na rocha de 2,4 metros de altura, por que ele precisa utilizar três aços de tamanhos diferentes, respectivamente, de 0,8m e 1,6m e 2,4m? Qual a relação existente entre as três alturas dos aços representados no Esquema 2?

SITUAÇÃO-PROBLEMA 2:

Sabendo-se que o garimpeiro, utilizando uma furadeira de alto impacto, perfura 80 centímetros de profundidade na rocha a cada 4 minutos, e que o intervalo para troca de cada

aço é 2 minutos, quantos minutos, o garimpeiro levará para realizar uma perfuração de um furo na rocha de 3 metros de profundidade, utilizando os aços de 0,80m, 1,60m, 2,40m e 3,20m?

SITUAÇÃO-PROBLEMA 3:

Analisando os dados da bancada disponíveis no texto de referência, mais precisamente na Figura 3, e sabendo-se que a densidade³² aproximada do material explorado é de $1,4\text{T/m}^3$, qual a massa aproximada do material desprendido da bancada após a realização das detonações?

Informações adicionais:

T/m^3 , corresponde a toneladas por metro cúbico.

³² A densidade de um objeto, neste caso, das rochas que estão sendo exploradas, se define como a relação entre a massa e o volume desse material.

5 SITUAÇÕES-PROBLEMA NO PROCESSO DE SEPARAÇÃO DOS MINERAIS

Dando continuidade às etapas de exploração dos minerais no garimpo, tem-se o processo de separação do material que irá extrair os minérios.

Esse material que contém os minérios é resultante das detonações que são realizadas nas rochas, como posto anteriormente no texto de referência do subitem 4.1 do presente Caderno de Atividades.

No subitem 5.1, a seguir, será apresentado o texto de referência que deverá nortear os alunos durante a resolução das 3 situações-problema que foram elaboradas com base nas investigações realizadas nos garimpos, acerca dessa segunda etapa da produção mineral.

Os conteúdos matemáticos que podem ser trabalhados nas situações-problema na etapa de separação dos minerais são:

- ✓ Razão e proporção
- ✓ Operações com números decimais
- ✓ Medidas de massa
- ✓ Porcentagem

5.1 TEXTO DE REFERÊNCIA: CONTEXTUALIZANDO O PROCESSO DE SEPARAÇÃO DOS MINERAIS

Realizadas as detonações, o resultado é um amontoado de rochas de pegmatito e, a partir de então, o trator enchedeira inicia a retirada do material de dentro da mina (ver Figura 4), colocando-os em locais específicos na área externa do garimpo para separação e classificação de cada minério.

Figura 4 - Enchedeira retirando os materiais resultantes das detonações



Fonte: Arquivo dos autores.

Nessa etapa da produção, a enchedeira consome 120 litros de combustível a cada 2 dias, trabalhando 6 horas por dia. Cada carregamento para transportar uma concha de material para fora do garimpo é realizado em aproximadamente 8 minutos.

Sabendo-se que a concha da enchedeira tem capacidade para transportar de 2000 a 2500 quilos por vez e que a massa aproximada do material que foi desprendido da bancada após a realização da detonação na rocha, já foi encontrada na situação-problema 3 do item 4, visto anteriormente, elabore estratégias para solucionar as situações-problema a seguir.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 1:

Considerando as informações do texto de referência, que a enchedeira tem capacidade para transportar de 2000 a 2500 quilos em cada carregamento e o valor total da massa do material que foi desprendido da bancada, encontrado na situação-problema 3 do item 4, encontre uma das possíveis alternativas de carregamento, utilizando a enchedeira, que o garimpeiro, operador dessa máquina, poderá proceder para retirada de todo o material resultante da detonação para fora do garimpo.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 2:

Elabore uma estratégia para ajudar o garimpeiro, de forma que ele tenha o menor custo possível em consumo de combustível durante a realização do transporte, utilizando a enchedeira para a retirada de todo o material resultante das detonações para fora do garimpo. Apresente e justifique sua resposta.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 3:

Considerando a quantidade de carregamentos, pela enchedeira, durante a realização do transporte do material, encontrado na situação-problema 2 do presente item e as informações do texto de referência, qual a quantidade aproximada de combustível que será necessária para a retirada de todo o material resultante das detonações para fora do garimpo?

6 SITUAÇÕES-PROBLEMA NO PROCESSO DE TRANSPORTE E ESTOCAGEM DOS MINERAIS

As situações-problema presentes neste item são referentes à terceira etapa da produção mineral que é realizada no garimpo, a etapa de transporte e estocagem dos minerais.

Elaboramos 4 situações-problema, disponíveis no subitem 6.1, a seguir, todas devidamente precedidas do texto de referência que deverá orientar os alunos durante o processo de resolução.

Os conteúdos matemáticos que podem ser trabalhados nas situações-problema na etapa de transporte e estocagem dos minerais são:

- ✓ Geometria espacial – figuras geométricas
- ✓ Volume de cilindro
- ✓ Volume de prisma regular retangular
- ✓ Unidades de medidas
- ✓ Operações com números decimais
- ✓ Regra de três

6.1 TEXTO DE REFERÊNCIA: CONTEXTUALIZANDO O PROCESSO DE TRANSPORTE E ESTOCAGEM DOS MINERAIS

Após a retirada do material para fora do garimpo, é realizada a separação dos minérios, como, por exemplo, a mica (que é acondicionada em sacos de *nylon* que têm o formato aproximado de uma figura geométrica cilíndrica, conforme podemos observar na Figura 5), e o feldspato, que é estocado a céu aberto (ver Figura 6).

Figura 5 – Estocagem da mica



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 6 – Estocagem do feldspato



Fonte: Arquivo dos autores.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 1:

Considerando que cada saco de *nylon*, onde são armazenados o minério mica, tem dimensões aproximadas de 80cm de altura e 40cm de diâmetro em sua base, encontre o volume aproximado de uma produção de 14 sacos completamente cheios desse minério.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 2:

Sabendo-se que as dimensões do saco de *nylon* onde são armazenados o minério mica são de 80cm de altura e 40cm de diâmetro em sua base, que dimensões você recomendaria ao garimpeiro utilizar em um outro recipiente no formato de um prisma regular retangular contendo a mesma capacidade de volume do saco de *nylon* no formato cilíndrico, no caso de uma substituição desse recipiente para o armazenamento do minério? Justifique sua resposta.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 3:

O transporte de feldspato no garimpo é realizado por meio de caminhões-caçamba, conforme mostra a Figura 7, e a unidade de medida metro é representada pelo conhecimento empírico do garimpeiro como sendo a medida de quatro palmos e meio³³.

Figura 7 – Caminhão-caçamba utilizado para o transporte de feldspato



Fonte: Arquivo dos autores.

Utilizando seus conhecimentos empíricos, um garimpeiro conseguiu encontrar as dimensões da caçamba desse caminhão, obtendo as seguintes informações: comprimento = 4,5m, largura = 2,5m e altura = 1,5m.

De posse dessas informações, encontre e demonstre uma possível maneira que o garimpeiro poderá ter utilizado para medir as dimensões de comprimento, largura e altura da caçamba do caminhão, utilizando apenas o conhecimento de que a unidade de medida metro pode ser representada como a medida de quatro palmos e meio; em seguida encontre o volume da caçamba de acordo com os dados descritos.

³³ O garimpeiro procede essa medição considerando a medida de um palmo como sendo o espaço entre o dedo polegar e o mínimo com a palma da mão aberta.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 4:

Considerando o volume da caçamba do caminhão (encontrado na situação-problema 3 do presente item), e o volume aproximado de 1 saco do minério mica completamente cheio (encontrado na situação-problema 1 desse mesmo item), encontre a quantidade aproximada de sacos do minério mica completamente cheios que podem ser acondicionados na caçamba do caminhão e posteriormente calcule a porcentagem da produção de 14 sacos desse minério em relação ao volume total da caçamba.

7 SITUAÇÕES-PROBLEMA NO PROCESSO DE COMERCIALIZAÇÃO DOS MINERAIS

O garimpo que aqui estamos considerando produz e comercializa cinco tipos de minérios, a saber: a tantalita, o berilo, a mica, o feldspato e a albita tipo C, popularmente conhecida no garimpo por prego de albita (ver Figuras 8, 9, 10, 11 e 12).

Figura 8 – Tantalita no pegmatito



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 9 – Berilo



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 10 – Mica



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 11 – Feldspato



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 12 – Albita tipo C (prego de albita)



Fonte: Arquivo dos autores.

No subitem 7.1, a seguir, iremos trabalhar com 4 situações-problema inerentes à última etapa da produção mineral que é realizada nos garimpos, a etapa da comercialização dos minérios.

Os conteúdos matemáticos que podem ser trabalhados nas situações-problema referentes à etapa de comercialização dos minérios são:

- ✓ Regra de três
- ✓ Média aritmética
- ✓ Operações com números racionais
- ✓ Unidades de medidas
- ✓ Elaboração de gráficos

7.1 TEXTO DE REFERÊNCIA: CONTEXTUALIZANDO O PROCESSO DE COMERCIALIZAÇÃO DOS MINERAIS

Finalizadas as etapas de extração, separação, transporte e estocagem, tem-se a etapa da comercialização dos minérios que são extraídos dos garimpos.

O Quadro 1, a seguir, apresenta a relação de massa/valor de cada um desses minérios.

Quadro 1 – Valores de cada minério por unidade de massa

Minérios	Unidade de massa na comercialização	Valor R\$
Tantalita	1kg	250,00
Berilo	1kg	3,50
Mica	1kg	0,70
Feldspato	1T	60,00
Prego de albita	1T	35,00

Fonte: Elaborado pelos autores

Informações adicionais:

T – valor da massa em toneladas

SITUAÇÃO-PROBLEMA 1:

Sabendo-se que o custo com o combustível que é consumido pela enchedeira durante a realização de uma semana de trabalho no garimpo, é de R\$ 1500,00, escolha 3, dentre os 5 minérios descritos no Quadro 1, e simule uma produção para cada um desses minérios escolhidos, de forma que o garimpeiro, ao vendê-los, consiga o valor exato para o pagamento dos R\$ 1500,00 gastos com o consumo de combustível da enchedeira.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 2:

De acordo com os conhecimentos empíricos dos garimpeiros, para cada concha da enchedeira completamente cheia, com aproximadamente 2.500kg de material que contém os minérios, é possível extrair 2kg do minério tantalita, cujo valor comercial está descrito no Quadro 1. Se em uma determinada venda da produção desse minério, o garimpeiro auferiu um valor de R\$ 6.000,00, encontre uma maneira de saber o número de carregamentos de material desse minério que foi realizado pela enchedeira, sabendo-se que esta transporta entre 2.000kg a 2.500kg por vez.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 3:

A Figura 13, a seguir, apresenta o registro de pesagem da massa em kg do volume do minério mica contido em cada saco de *nylon*, resultante da produção de um garimpeiro, durante o processo de comercialização desse minério.

Figura 13 – Registro de pesagem da produção do minério mica



Fonte: Arquivo dos autores.

Considerando as informações registradas na Figura 13 e o valor comercial do minério mica disponível no Quadro 1, encontre a média aritmética da massa desse minério contida em cada recipiente durante a realização da pesagem e posteriormente calcule o valor em reais da produção do garimpeiro.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 4:

Ainda considerando os dados da Figura 13 (apresentada na situação-problema 3 anterior), elabore um gráfico que represente a produção do minério mica do garimpeiro, relacionando o valor da massa em kg contida em cada recipiente (sacos) do minério mica com a quantidade de sacos utilizados durante a pesagem desse minério.

8 SITUAÇÕES-PROBLEMA ENVOLVENDO A UTILIZAÇÃO DOS MINERAIS

Todos os minerais que foram abordados até aqui são bastante utilizados como matéria-prima para fabricação de produtos como: tintas, vidros, plásticos, borracha, piso de cerâmica, material bélico, placas de aparelhos eletrônicos, dentre outros.

Finalizamos as etapas de situações-problema do presente Caderno de Atividades, apresentando 4 situações-problema que foram elaboradas com base na utilização desses minerais.

Os conteúdos matemáticos que podem ser trabalhados nas situações-problema referentes à etapa de utilização dos minerais são:

- ✓ Regra de três
- ✓ Operações com números racionais
- ✓ Unidades de medidas
- ✓ Porcentagem
- ✓ Números decimais

8.1 TEXTO DE REFERÊNCIA: CONTEXTUALIZANDO O PROCESSO DE UTILIZAÇÃO DOS MINERAIS

Os principais campos de aplicação do minério feldspato concentram-se nas indústrias de cerâmica e vidro, podendo ainda ser utilizado, em menor proporção, na fabricação de tintas, plásticos e borrachas. Na indústria de cerâmica, a quantidade de feldspato utilizada varia de acordo com o tipo de produto. A porcelana de mesa pode conter entre 17 e 20% de feldspato, cerâmica de piso entre 55 e 60%, revestimento de parede de 0 a 11%, porcelana elétrica entre 25 e 35% (LUZ; LINS, 2005).

A produção de feldspato no garimpo é vendida por toneladas e o transporte desse minério é realizado através de caminhões-caçamba que realizam o carregamento dentro do próprio garimpo. O valor comercial da tonelada de feldspato é de R\$ 60,00, conforme o Quadro 1 de valores dos minérios, disponível no item 6 do presente Caderno de Atividades.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 1:

Seu Josimar, proprietário de um garimpo, pretende patrocinar a obra de revestimento do piso desta sala de aula, contribuindo com o valor para compra das cerâmicas de piso. Sabendo-se que cada metro quadro do piso escolhido para obra custa R\$ 12,00, e considerando o texto de referência apresentado, quantas toneladas de feldspato, no mínimo, seu Josimar precisará vender para conseguir custear o valor dessa compra?

SITUAÇÃO-PROBLEMA 2:

O pedreiro responsável pelo serviço de revestimento do piso na sala de aula informou a seu Josimar que, para cada 10 metros quadrados de cerâmica de piso utilizados na obra, 1 metro quadrado é desperdiçado durante a aplicação, devido aos recortes. Dessa forma, quantos metros quadrados, no mínimo, de cerâmica de piso, seu Josimar deverá comprar para realização dessa obra, sabendo-se que este tipo de cerâmica de piso só é comercializado em caixas de $2,2\text{m}^2$?

SITUAÇÃO-PROBLEMA 3:

De acordo com o texto de referência, a cerâmica de piso contém em média 57,5% de feldspato em sua composição. Considerando o resultado encontrado na situação-problema 2, e que cada metro quadrado da cerâmica de piso tem a massa aproximada de 8kg, encontre a massa aproximada de feldspato presente na composição da massa total da cerâmica de piso comprada pelo senhor Josimar para realização da obra na sala de aula.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 4:

Sabendo-se que o caminhão-caçamba que realiza o carregamento de feldspato do garimpo transporta entre 15 e 23 toneladas, quantos carregamentos, no mínimo, teriam que ser realizados para transportar a quantidade de minério de feldspato que precisa ser vendido para custear a compra de pedras de cerâmica para revestir o piso de 15 salas de aulas iguais a nossa?

9 ORIENTAÇÕES AOS DOCENTES

Neste item, serão apresentadas algumas orientações e considerações aos docentes e educadores interessados em aplicar o presente Caderno de Atividades no ensino-aprendizagem de Matemática na Educação Básica.

Não pretendemos estabelecer uma receita única e definitiva, mas sim tecer algumas orientações que irão nortear os aplicadores desta proposta pedagógica, informando os possíveis caminhos, debates e sugestões acerca das respostas sugeridas.

Ao elaborar e propor a aplicação de situações-problema em sala de aula, devemos refletir que os obstáculos são barreiras que podem ser colocadas aos nossos alunos para que eles consigam transpô-las ou, ainda, dificuldades para serem enfrentadas de maneira natural. Eles fazem parte do nosso cotidiano e são necessários para obtermos a capacidade de desenvolver habilidades para resolver os problemas do nosso dia a dia. Quando trabalhamos da maneira exposta anteriormente, suscitamos a curiosidade nos alunos, que se tornam corresponsáveis pelo desenvolvimento do conteúdo e do processo de ensino-aprendizagem (NUÑEZ; RAMALHO, 2004).

Todavia, o docente necessita levar em consideração o potencial do estudante e seus conhecimentos prévios adquiridos no ambiente extraescolar, o que lhe permitirá construir ferramentas e estratégias para resolver problemas e estruturar a própria aprendizagem. Dessa forma, cabe, tanto ao professor quanto ao estudante, uma postura ativa e participativa que ultrapasse a resolução do problema por si só. A construção do conhecimento deve ser o foco da Resolução de Problemas que, por ter início com o docente, deve ser concebida de tal forma a possibilitar ao estudante a responsabilidade e a consciência de sua atitude diante da formação pretendida (LEAL JÚNIOR; ONUCHIC, 2015).

Nessa perspectiva, Onuchic e Allevato (2011, p. 83-84) apresentaram um roteiro para auxiliar os professores na aplicação das situações-problema em suas aulas. Partindo de uma temática inerente a um determinado contexto sociocultural, tal roteiro consiste, em suma, na orientação das etapas da Resolução de Problemas em nove passos, são estes:

- 1) Preparação do problema – Selecionar um problema visando à construção de um novo conceito, princípio ou procedimento;
- 2) Leitura individual – Entregar uma cópia do problema para cada aluno e solicitar que seja feita sua leitura;

- 3) Leitura em conjunto – Formar grupos e solicitar nova leitura do problema, agora nos grupos;
- 4) Resolução do problema – de posse do problema, sem dúvidas quanto ao enunciado, os alunos, em seus grupos, num trabalho cooperativo e colaborativo, buscam resolvê-lo;
- 5) Observar e incentivar – Nessa etapa observa, analisa o comportamento dos alunos e estimula o trabalho colaborativo.
- 6) Registro das resoluções na lousa – representantes dos grupos são convidados a registrar na lousa, suas resoluções. Resoluções certas, erradas ou feitas por diferentes processos devem ser apresentadas para que todos os alunos as analisem e discutam.
- 7) Plenária – para esta etapa são convidados todos os alunos para participarem da discussão dessas diferentes resoluções, para defenderem seus pontos de vista e esclarecerem suas dúvidas. O professor se coloca como guia e mediador das discussões, incentivando a participação ativa e efetiva de todos os alunos. Este é um momento bastante rico para a aprendizagem.
- 8) Busca de consenso – após serem sanadas as dúvidas e analisadas as resoluções e soluções obtidas para o problema, o professor tenta, com toda a classe, chegar a um consenso sobre o resultado correto.
- 9) Formalização do conteúdo – neste momento, denominado “formalização”, o professor registra na lousa uma apresentação “formal” – organizada e estruturada em linguagem matemática – padronizando os conceitos, os princípios e os procedimentos construídos através da resolução do problema, destacando as diferentes técnicas operatórias e as demonstrações das propriedades qualificadas sobre o assunto.

Segundo essas autoras, não é que se pretenda restringir as atividades em sala de aula com esse roteiro, mas sim orientar e fornecer subsídios para a atuação de professores e de estudantes no processo de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, recomendamos aos docentes e educadores que percorram os nove passos da metodologia de ensino-aprendizagem através da Resolução de Problemas propostos por Onuchic e Allevato (2001) durante a aplicação das situações-problema disponíveis neste Caderno de Atividades.

Diante do exposto, Leal Júnior e Onuchic (2015) reiteram ainda que, para o trabalho com essa metodologia de ensino, é necessário que os sujeitos envolvidos estejam desterritorializados e livres das amarras de certos conteúdos e currículos sequencialmente instituídos para um determinado período letivo. Essa prerrogativa é de suma importância, haja vista que os problemas elaborados em nossa proposta de ação pedagógica podem potencializar o estudo e promover uma busca por outros conceitos diferentes do inicialmente trabalhado. Por

se tratar de problemas ditos abertos³⁴, os alunos podem transitar pelos meios de que dispõem para elaborar as estratégias e possíveis soluções para as situações-problema apresentadas.

9.1 ORIENTAÇÕES PARA AS RESPOSTAS DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DOS MINERAIS

SITUAÇÃO-PROBLEMA 1:

A presente situação-problema aborda uma problemática, em que o aluno precisará pensar e aplicar o raciocínio matemático.

O professor deverá mediar as discussões em sala de aula e estimular a participação de todos os alunos na formulação das respostas. Nesse caso, o aluno poderá apresentar várias opções e/ou alternativas para tentar solucionar a presente situação. É possível que se apresentem as seguintes situações, a saber:

- Alunos com ideias que não irão conduzir à resposta que satisfaz a resolução da situação-problema;
- Alunos que apresentem ideias de resoluções feitas por diferentes processos, que satisfazem a solução da situação-problema;
- Alunos que apresentem as ideias coerentes que se esperam da resposta, informando que os garimpeiros precisam iniciar a perfuração utilizando aços pequenos, pois não teria altura suficiente para segurar com as duas mãos um aço de, por exemplo, 2,4m de altura.

A relação existente entre as três alturas dos aços representados no Esquema 2, representa uma sequência numérica, caracterizada por uma Progressão Aritmética (PA), de razão 0,8m.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 2:

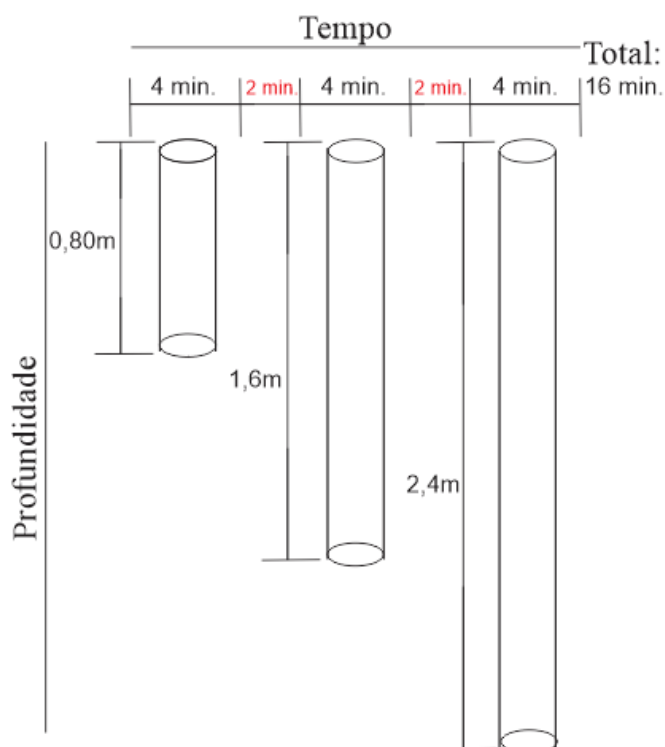
Esta é uma situação-problema em que o aluno poderá chegar a uma resposta satisfatória por vários caminhos.

³⁴ “A solução do problema aberto conduz-nos a diversas respostas, todas elas possíveis. Parte-se de sua própria solução e da análise da resposta mais conveniente em cada momento. Tal orientação propõe um rompimento com a visão fechada de uma única racionalidade na solução dos problemas, de uma resposta única” (NUÑEZ; RAMALHO, 2004, p. 154).

Apresentaremos uma possível solução.

A partir do Esquema 3, a seguir, é possível saber o tempo utilizado pelo garimpeiro do início da perfuração até ter atingido a profundidade de 2,4m.

Esquema 3 – Tempo necessário para atingir a profundidade de 2,4m



Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com o Esquema 3, foi necessário um tempo de 16 minutos para atingir uma profundidade de 2,4m, sendo que a situação-problema pede o tempo necessário para atingir a profundidade de 3 metros. Portanto, o garimpeiro precisará de mais 2 minutos para troca do aço, mais o tempo que será necessário para perfurar os 60 centímetros restantes, que pode ser calculado por meio de uma regra de três, a seguir:

Esquema 4 – Tempo necessário para atingir a profundidade de 60 centímetros

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{Tempo} & \text{profundidade} \\ 4\text{min} & 80\text{cm} \\ x & 60\text{cm} \end{array} \right. \quad \frac{4}{x} = \frac{80}{60} \rightarrow 80x = 240$$

$$\rightarrow x = \frac{240}{80} \rightarrow x = 3 \text{ minutos}$$

Fonte: Elaborado pelos autores.

Assim teremos: 16 minutos para atingir a profundidade de 2,4m + 2 minutos para troca de aço + 3 minutos para perfuração dos 60 centímetros finais, ou seja, $16+2+3 = 21$ minutos.

Logo, concluímos que o garimpeiro levará 21 minutos para realizar uma perfuração na rocha de 3 metros de profundidade.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 3:

Inicialmente, o professor deverá levantar uma discussão acerca do que venha a ser uma bancada na linguagem do garimpo. Depois, deve discutir as respostas e em seguida esclarecer que, como o próprio nome sugere, uma bancada representa a frente de desmonte, onde o garimpeiro avança no processo de exploração dos minerais, que tem o formato de um banco retangular e se assemelha à figura geométrica de um prisma regular retangular.

Posteriormente, continuará a discussão em relação ao conceito de densidade de um determinado material, formalizando esse conceito, sendo $D = m/v$ (que a densidade de um determinado material é representada pela sua massa, dividida pelo volume ocupado), esclarecendo ainda que, de acordo com as informações do texto de referência, o volume de 1m^3 do material da bancada tem a massa aproximada de 1,4 toneladas, ou seja, 1400kg.

O professor poderá, ainda, realizar comparações, apresentando representações dialéticas, como, por exemplo, fazendo a seguinte indagação: e se o material fosse de isopor, será que teria a mesma densidade?

Em seguida, após os alunos terem apresentado as respostas encontradas, o professor poderá proceder a resolução da situação-problema utilizando a matemática acadêmica, primeiramente para calcular o volume da bancada.

Esquema 5 – Cálculo do volume desprendido da bancada

$$V_b = C_b \times A_b \times L_b$$

$$V_b = 4,5 \times 2,5 \times 2,1$$

$$V_b = 23,625\text{m}^3$$

INFORMAÇÕES:

V_b – Volume da bancada em metros cúbicos

C_b – Comprimento da bancada em metros

A_b – Altura da bancada em metros

L_b – Largura da bancada em metros

Fonte: Elaborado pelos autores.

De posse da informação do volume da bancada e da densidade do material $D = 1,4T/m^3$, o professor poderá representar a massa aproximada por meio de uma regra de três.

Esquema 6 – Cálculo da massa do volume desprendido da bancada

$$\left\{ \begin{array}{cc} m^3 & \text{Massa} \\ 1 & 1,4T \\ 23,625m^3 & x \end{array} \right. \quad \frac{1}{23,625} = \frac{1,4}{x} \rightarrow x = 23,625 \cdot 1,4$$

$$\rightarrow x = 33,075 \text{ Toneladas}$$

Fonte: Elaborado pelos autores.

Portanto, a massa aproximada do material desprendido da bancada após a realização das detonações, é de aproximadamente 33,075 toneladas, ou ainda, 33.075kg.

9.2 ORIENTAÇÕES PARA AS RESPOSTAS DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA DO PROCESSO DE SEPARAÇÃO DOS MINERAIS

SITUAÇÃO-PROBLEMA 1:

Esta é uma situação-problema aberta, em que os alunos poderão chegar a uma resposta satisfatória por vários caminhos.

Apresentaremos uma das possíveis soluções.

Sabendo-se que o material que foi desprendido da bancada tem a massa de 33.075kg e que a enchedeira transporta entre 2.000 e 2.500 quilos por cada carregamento.

Logo, uma das respostas que satisfaz a situação-problema, é a seguinte:

6 carregamentos de 2.500kg – totalizando – $6 \times 2.500 = 15.000\text{kg}$

8 carregamentos de 2.000kg – totalizando – $8 \times 2.000 = 16.000\text{kg}$

1 carregamento de 2075kg

Assim, teremos, $15.000 + 16.000 + 2.075 = 33.075\text{kg}$

SITUAÇÃO-PROBLEMA 2:

Nesta situação-problema o aluno precisa pensar para poder chegar à conclusão de que quanto menos carregamentos a enchedeira realizar, menor será o consumo de combustível e que, para isso, essa máquina terá que realizar um número máximo de carregamentos, transportando sua carga total de 2.500kg.

Dessa forma, o aluno poderá chegar a uma solução satisfatória por vários caminhos, um dos quais apresentaremos a seguir.

Inicialmente, dividindo a massa total a ser transportada de 3.3075kg pela capacidade máxima de carga da enchedeira de 2.500kg, teremos:

$$\frac{33.075\text{kg}}{2.500\text{kg}} = 13,23$$

Logo, conclui-se que 13 carregamentos não serão suficientes para o transporte de todo o material, sendo necessário a realização de um 14º carregamento.

Mesmo sabendo que serão necessários 14 carregamentos para o transporte de todo o material para fora do garimpo, os alunos deverão ainda elaborar estratégias para esse transporte, já que não será possível, por exemplo, realizar 13 carregamentos de 2.500kg = 32.500kg, pois a quantidade que sobraria, 575kg, não poderia ser transportada, considerando as condições de carregamento da enchedeira, que varia entre 2.000 e 2.500 quilos.

Portanto, umas das possíveis soluções, seria:

$$7 \text{ carregamentos de } 2.500\text{kg} = 17.500\text{kg}$$

$$1 \text{ carregamento de } 2.075\text{kg} = 2.075\text{kg}$$

$$6 \text{ carregamentos de } 2.250\text{kg} = 13.500\text{kg}$$

$$33.075\text{kg}$$

Total – 14 carregamentos para transportar os 33.075kg

SITUAÇÃO-PROBLEMA 3:

Esta situação-problema também oferece várias opções para que os alunos possam elaborar estratégias para chegar à resolução satisfatória do problema.

Aqui, apresentaremos a formalização da matemática acadêmica.

Considerando os dados do texto de referência, a saber: *Nessa etapa da produção, a enchedeira consome 120 litros de combustível a cada 2 dias, trabalhando 6 horas por dia e leva em média 8 minutos para transportar uma concha de material para fora do garimpo.* Poderemos calcular o consumo de combustível da enchedeira em 1 hora de trabalho.

Esquema 7 – Consumo de combustível da enchedeira por hora de trabalho

$$\left\{ \begin{array}{ccc} \text{litros} & \text{dias} & \text{horas/dia} \\ 120 & 2 & 6 \\ x & 1 & 1 \end{array} \right. \quad \frac{120}{x} = \frac{2}{1} = \frac{6}{1} \rightarrow 12x = 120$$

$$\rightarrow x = \frac{120}{12} \rightarrow x = 10 \text{ litros por hora}$$

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ou seja, a enchedeira, consome 10 litros de combustível a cada hora de trabalho.

Como foram realizados 14 carregamentos a 8 minutos cada, teremos:

$$14 \times 8 = 112 \text{ minutos.}$$

Faremos mais uma regra de três, para converter os 112 minutos em horas.

$$\left\{ \begin{array}{cc} \text{Hora} & \text{minutos} \\ 1 & 60 \\ x & 112 \end{array} \right. \quad \frac{1}{x} = \frac{60}{112} \rightarrow 60x = 112$$

$$\rightarrow x = \frac{112}{60} \rightarrow x = 1,86 \text{ horas}$$

Logo, concluímos:

$$\left\{ \begin{array}{cc} \text{Hora} & \text{litros} \\ 1 & 10 \\ 1,86 & x \end{array} \right. \quad \frac{1}{1,86} = \frac{10}{x} \rightarrow x = 18,6 \text{ litros}$$

Com 1,86 horas de trabalho da enchedeira a um consumo de 10 litros por hora, teremos que: $1,86 \times 10 = 18,6$ litros, que é a quantidade aproximada de combustível necessária para a retirada de todo o material resultante das detonações para fora do garimpo.

9.3 ORIENTAÇÕES PARA AS RESPOSTAS DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA DO PROCESSO DE TRANSPORTE E ESTOCAGEM DOS MINERAIS

SITUAÇÃO-PROBLEMA 1:

Esta situação-problema será estruturante para a resolução das demais que compõem o item 6 do presente Caderno de Atividades, e, para isso, iremos resolvê-la utilizando a matemática acadêmica.

Sabe-se que o volume de uma figura geométrica de forma cilíndrica é calculado multiplicando-se a área de sua base pela altura.

Elaboramos o Esquema 8, a seguir, para calcular o volume de 1 saco completamente cheio do minério mica.

Esquema 8 – Volume de um saco completamente cheio do minério mica

Dados:	Cálculo do volume do recipiente (saco de <i>nylon</i>)
$h = 84\text{cm}$	$V_s = 3,14(20)^2 \times 84$
$d = 40\text{cm}$	$V_s = 3,14 \times 400 \times 84$
	$V_s = 105.504\text{cm}^3$
$V_s = \pi r^2 \times h$	Transformando para metros cúbicos, teremos:
$r = d/2$	$V_s = 0,105504\text{m}^3$
$r = 40/2$	
$r = 20\text{cm}$	

INFORMAÇÕES:

V_s – Volume do saco

h – Altura do saco

d – Diâmetro do saco

r – Raio da circunferência

Fonte: Elaborado pelos autores.

Assim, temos que, o volume de 1 saco completamente cheio do minério mica é de aproximadamente 105.504cm^3 , ou, convertendo para $\text{m}^3 = 0,105504\text{m}^3$.

Logo, para calcular o volume de 14 sacos, multiplicaremos o resultado anterior por esta quantidade: $0,105504 \times 14 = 1,477056\text{m}^3$, que representa o volume aproximado de uma produção de 14 sacos completamente cheios desse minério.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 2:

Esta é uma situação-problema que provavelmente irá despertar a curiosidade nos alunos e que exigirá o uso de habilidades adquiridas do conhecimento prévio do cotidiano para elaborar as estratégias e apresentar as dimensões para o novo recipiente que substituirá o saco de *nylon* no armazenamento do minério mica.

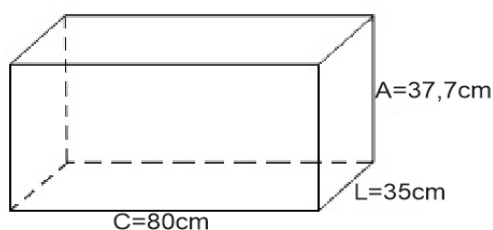
Como informamos anteriormente, a situação-problema 1 será estruturante para as demais e devemos retorná-la para obter a seguinte informação: “o volume de 1 saco completamente cheio do minério mica é de aproximadamente $0,105504m^3$, ou, convertendo para $cm^3 = 105504cm^3$ ”

Diante disso e sabendo-se que o volume para o novo recipiente (prisma regular retangular) é representado por $V_p = C \times L \times A$ (volume de um prisma regular retangular é representado pelo produto do valor de seu comprimento, pelo valor de sua largura e em seguida pelo valor de sua altura), os alunos terão que encontrar essas novas dimensões, de modo que o volume apresentado seja o mais próximo possível ao volume anterior do saco de *nylon*.

Durante as discussões, deverá ser considerado que a forma geométrica para o novo recipiente deverá facilitar o transporte deste pelos garimpeiros em seu ambiente de trabalho.

Dentre as várias possibilidades de solução para esta situação-problema, aqui apresentaremos uma delas, no Esquema 9, seguinte.

Esquema 9 – Dimensões sugeridas para o novo recipiente



Fonte: Elaborado pelos autores.

Calculando o volume do novo recipiente, teremos:

$$V_p = C \times L \times A$$

$$V_p = 80 \times 35 \times 37,7$$

$$V_p = 105.560cm^3$$

Considerando que a presente situação-problema solicita um volume aproximado para o novo recipiente, similar ao volume do saco de *nylon* de 105.504cm^3 e que a figura geométrica do prisma regular retangular (ilustrada no Esquema 9) facilitaria o transporte desse recipiente pelos garimpeiros, já que fora elaborado em forma de caixote, pode-se concluir que o novo recipiente, com as dimensões $C = 80\text{cm}$, $L = 35\text{cm}$ e $A = 37,7\text{cm}$, satisfaz a resolução da presente situação-problema.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 3:

Objetivamos, com esta situação-problema, aguçar a curiosidade dos alunos em tentar descobrir como o garimpeiro conseguiu realizar essas medições sem utilizar nenhum instrumento considerado apropriado para tal tarefa, como por exemplo, uma trena ou fita métrica.

É provável que apareçam sugestões que não satisfaçam a realização da tarefa, outras que sejam postas de forma coerente, surpreendendo o docente durante a aplicação da atividade, como também sejam colocadas ideias que se aproximem das do garimpeiro, as quais descreveremos a seguir.

Por meio de seus conhecimentos empíricos, o garimpeiro sabe que a medida de um metro linear pode ser representada por 4 palmos e meio, conforme o texto de referência.

Sabendo disso, o garimpeiro, utilizando uma corda, mede 4 palmos e meio e a corta, obtendo um objeto que representa um metro de comprimento.

De posse da corda que representa um metro, o garimpeiro sabe que para realizar uma medição de 50 centímetros, basta dobrar a corda ao meio, para uma medição de 25 centímetros, repete esta operação com a corda com 50 centímetros, e assim ele consegue registrar várias dimensões, utilizando apenas a corda.

Diante dessas informações, é possível realizar a medição das dimensões da caçamba do caminhão, descritas no texto de referência.

Para o cálculo do volume da caçamba, utilizaremos a Matemática acadêmica.

De acordo com a Figura 7, podemos identificar que a caçamba tem o formato de um prisma regular retangular e que seu volume pode ser calculado da seguinte forma:

Esquema 10 – Cálculo do volume da caçamba do caminhão

$$V_c = C_c \times L_c \times A_c$$

$$V_c = 4,5\text{m} \times 2,5\text{m} \times 1,5\text{m}$$

$$V_c = 16,875\text{m}^3$$

INFORMAÇÕES:

V_c – Volume da caçamba do caminhão em m^3

C_c – Medida do comprimento da caçamba em metros

L_c – Medida da largura da caçamba em metros

A_c – Medida da altura da caçamba em metros

Fonte: Elaborado pelos autores.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 4:

Considerando o volume da caçamba do caminhão encontrado na situação-problema 3 e o volume aproximado de 1 saco do minério mica completamente cheio encontrado na situação-problema 1, encontre a quantidade aproximada de sacos do minério mica completamente cheios que podem ser acondicionados na caçamba do caminhão e posteriormente calcule a porcentagem da produção de 14 sacos desse minério em relação ao volume total da caçamba.

Para encontrar a quantidade de sacos completamente cheios do minério mica que podem ser acondicionados na caçamba do caminhão, precisaremos retornar às situações-problema 1 e 3, para utilizar os dados do volume de 1 saco de formato cilíndrico e o volume total da caçamba do caminhão. Para isso, elaboramos o Esquema 11, a seguir:

Esquema 11 – Cálculo da quantidade de sacos que podem ser acondicionados na caçamba do caminhão

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{Quant. sacos} & \text{volume em } \text{m}^3 \\ 1 & 0,105504 \\ x & 16,875 \end{array} \right. \rightarrow \frac{1}{x} = \frac{0,105504}{16,875} \rightarrow 0,105504x = 16,875$$

$$\rightarrow x = \frac{16,875}{0,105504} \rightarrow x = 159,94 \text{ sacos do minério}$$

Fonte: Elaborado pelos autores.

Como a situação-problema solicita a quantidade aproximada, portanto, poderemos afirmar que na caçamba do caminhão poderão ser acondicionados aproximadamente o volume de 160 sacos completamente cheios do minério mica.

Para o cálculo da porcentagem de uma produção de 14 sacos completamente cheios em relação ao volume total da caçamba, elaboramos o Esquema 12.

Esquema 12 – Cálculo da porcentagem de uma produção de 14 sacos do minério mica completamente cheios em relação ao volume total da caçamba

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Quant. sacos} \\ 160 \\ 14 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Porcentagem do volume} \\ 100\% \\ x \end{array} \right. \rightarrow \frac{160}{14} = \frac{100}{x} \rightarrow 160x = 1400$$

$$\rightarrow x = \frac{1400}{160} \rightarrow x = 8,75\%$$

Fonte: Elaborado pelos autores.

Portanto, uma produção de 14 sacos completamente cheios do minério mica corresponde a 8,75% do volume total da caçamba do caminhão.

9.4 ORIENTAÇÕES PARA AS RESPOSTAS DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA DO PROCESSO DE COMERCIALIZAÇÃO DOS MINERAIS

SITUAÇÃO-PROBLEMA 1:

Estamos diante de mais um problema aberto, em que os alunos poderão propor várias opções de respostas coerentes para solucionar a presente situação-problema.

Apresentamos no Quadro 2, a seguir, uma possível produção e comercialização de 3 minérios com valores comerciais descritos no Quadro 1, que satisfazem a solução da presente situação-problema.

Quadro 2 – Venda da produção de 3 minérios para custear o valor gasto com combustível na enchedeira em uma semana de trabalho no garimpo

Minérios	Unidade de massa	Quantidade (Produção)	Valor R\$	Valor Total em R\$
Tantalita	1kg	2	250,00	500,00
Berilo	1kg	200	3,50	700,00
Feldspato	1T	5	60,00	300,00
TOTAL DA PRODUÇÃO				1.500,00

Elaborada pelos autores.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 2:

Inicialmente, o professor deverá verificar o valor do kg do minério tantalita no Quadro 1, a saber: R\$ 250,00.

Se com a venda desse minério, o garimpeiro auferiu um valor de R\$ 6.000,00, poderemos calcular sua produção da seguinte maneira:

Esquema 13 – Produção do minério tantalita em kg

$$\left\{ \begin{array}{ll} 1kg & \text{Valor R\$} \\ 1 & 250 \\ x & 6.000 \end{array} \right. \rightarrow \frac{1}{x} = \frac{250}{6.000} \rightarrow x = 250x = 6.000$$

$$\rightarrow x = \frac{6.000}{250} = 24kg$$

Fonte: Elaborado pelos autores.

Sabendo-se que a cada carregamento da enchedeira com aproximadamente 2.500kg do material que contém esse minério é possível extrair 2kg de tantalita, teremos que:

Esquema 14 – Cálculo do total de massa do material utilizado na produção

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{Massa do material em kg} & \text{Massa do minério em kg} \\ 2.500 & 2 \\ x & 24 \end{array} \right. \rightarrow \frac{2.500}{x} = \frac{2}{24} \rightarrow 2x$$

$$= 24 \cdot 2.500 \rightarrow x = \frac{60.000}{2} = 30.000kg$$

Fonte: Elaborado pelos autores.

Logo, sabemos que foram necessários 30.000kg de material para extrair os 24kg de minério do garimpo.

Já que a enchedeira transporta entre 2.000kg e 2.500kg por cada carregamento, uma das opções de transporte para esse material pode ser:

10 carregamentos de 2.000kg = 20.000kg e

4 carregamentos de 2.500kg = 10.000kg

Totalizando os 30.000kg do material que fora transportado pela enchedeira

SITUAÇÃO-PROBLEMA 3:

Utilizaremos a Matemática acadêmica para encontrar a média aritmética da massa do minério mica em relação ao número de recipientes em que a mesma está armazenada (sacos de *nylon*), somando-se o valor total da massa registrada durante a pesagem e posteriormente dividindo esse valor pela quantidade de sacos que foram utilizados para o armazenamento desse minério. Logo, teremos:

$$\frac{65 + 55 + 80 + 68 + 80 + 80 + 80 + 60 + 60 + 100 + 78 + 75 + 95 + 80}{14} = 75,42kg$$

Assim, concluímos que a média aritmética das massas armazenadas nos sacos que contêm o minério mica é de 75,42kg.

Sabendo-se que o valor comercial desse minério, de acordo com o Quadro 1, é de R\$ 0,70 o quilograma e considerando a produção total contabilizada na Figura 13, poderemos calcular o valor da produção desse garimpeiro em reais, da seguinte maneira:

Esquema 15 – Cálculo do valor em R\$ da produção do garimpeiro

$$\begin{aligned} V_p &= V_{kg} \times M_t \\ V_p &= 0,70 \times 1,056 \\ V_p &= R\$ 739,20 \end{aligned}$$

INFORMAÇÕES:

V_p – Valor da produção

V_{kg} – Valor por quilograma

M_t – Massa total da produção

Fonte: Elaborado pelos autores.

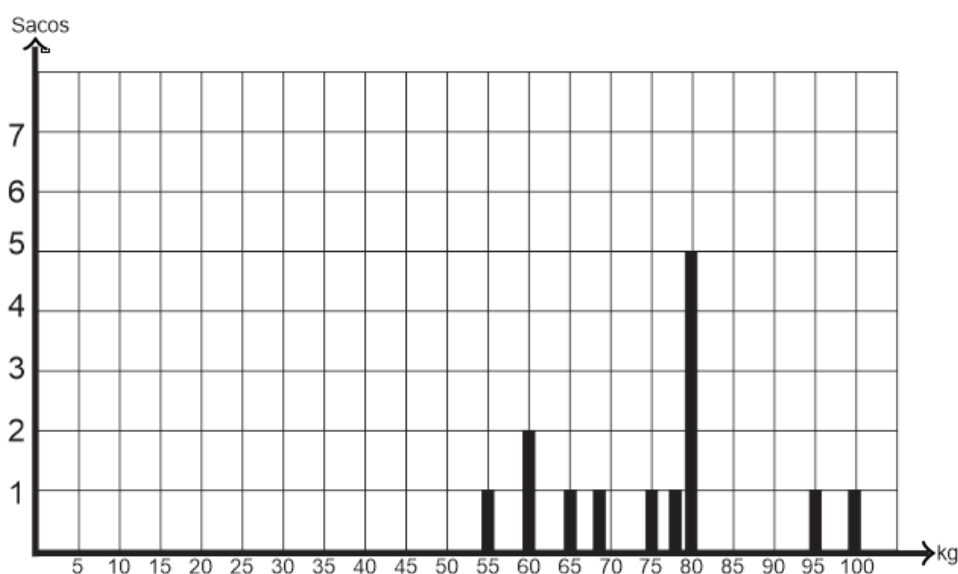
SITUAÇÃO-PROBLEMA 4:

O objetivo desta atividade é desenvolver nos alunos as habilidades para a construção de gráficos.

Durante a aplicação da presente situação-problema, poderão surgir os mais diversos tipos de gráfico. O professor deverá mediar uma discussão acerca das ideias dos alunos, solicitando-os a apresentar suas ilustrações, havendo um debate, no qual os alunos deverão argumentar e justificar suas respostas.

Dentre as várias opções que satisfazem a solução do problema, elaboramos um possível resultado, no Esquema 16, a seguir:

Esquema 16 – Gráfico relacionando a massa em kg com a quantidade de sacos utilizados na pesagem



Fonte: Elaborado pelos autores.

9.5 ORIENTAÇÕES PARA AS RESPOSTAS DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA ENVOLVENDO A UTILIZAÇÃO DOS MINERAIS

SITUAÇÃO-PROBLEMA 1:

O professor deverá reunir a turma para fazer a medição das dimensões de comprimento e largura da sala de aula, utilizando apenas uma corda e as informações do conhecimento empírico do garimpeiro, de que a unidade de medida metro corresponde à medida de quatro palmos e meio. O docente deverá orientar ainda que o garimpeiro procede essa medição considerando a medida de um palmo como sendo o espaço entre o dedo polegar e o mínimo com a palma da mão aberta.

Os alunos, com o auxílio do professor, farão a medição das dimensões da sala de aula utilizando apenas a corda, registrando-as em seus cadernos.

Posteriormente, em duplas ou de forma individual, devem encontrar a área da referida sala em m^2 , multiplicá-la pelo valor do m^2 do piso escolhido e em seguida dividir o resultado encontrado pelo valor da tonelada de feldspato.

Uma possível solução:

Sala de aula medindo $8\text{m} \times 2,5\text{m} = 20\text{m}^2$

Valor da compra das cerâmicas de piso para o revestimento dessa área

Poderemos encontrar o valor necessário para a referida compra, calculando o produto da dimensão da sala de aula em m^2 pelo valor do piso por m^2 . Assim, teremos que:

$V_c = D \times V \longrightarrow$ (V_c – Valor da compra - D – Dimensão do piso em m^2 - V – Valor do piso por m^2)

$$V_c = 20 \times 12 = \text{R\$ } 240,00$$

Quantidade de toneladas de feldspato que o garimpeiro precisará vender para custear esta compra

Poderemos proceder este cálculo dividindo o valor necessário para a compra da cerâmica de piso pelo preço da tonelada de feldspato. Assim, teremos:

$Q_t = V_c / V_f \longrightarrow$ (Q_t – quantidade de toneladas de feldspato - V_c – Valor da compra - V_f – Valor da tonelada de feldspato), assim teremos:

$$\frac{240}{60} = 4 \text{ toneladas}$$

Conclui-se, então que, em princípio, seu Josimar precisará vender 4 toneladas do minério feldspato para custear esta obra.

SITUAÇÃO-PROBLEMA2:

Esta é uma situação-problema que vai requerer bastante atenção dos alunos para sua solução.

Considerando as dimensões da sala de aula, de acordo com a situação-problema 1 do presente item, de 20m^2 , e que a informação “*para cada 10 metros quadrados de cerâmica de piso utilizados na obra, 1 metro quadrado é desperdiçado durante a aplicação, devido aos recortes*”, pode ser matematizada da seguinte maneira:

$$\frac{1}{10} = \frac{10}{100} - \text{que corresponde a } 10\%$$

Sabe-se então que 10% do total das cerâmicas de piso que são utilizadas na obra é desperdiçado.

O professor deverá ficar atento para as seguintes situações: alunos que apliquem os 10% do percentual de desperdício sobre o valor da dimensão de 20m^2 da referida sala de aula, como, por exemplo:

10% de $20 = \frac{10}{100} \cdot 20 = 2\text{m}^2$, informando que o senhor Josimar precisará comprar $20 + 2 = 22\text{m}^2$ de cerâmicas de piso para a realização dessa obra, que corresponde a 10 caixas de $2,2\text{m}^2$.

Mas, esta solução apresentada anteriormente não satisfaz o problema, já que, os 10% de desperdício terão que ser calculados sobre o total de piso que será utilizado, ou seja, se o senhor Josimar comprar 22m^2 de cerâmica de piso, após ser descontado os 10% de desperdício, ele terá apenas $19,8\text{m}^2$ disponível para revestir o piso da sala de aula, que mede 20m^2 , ou seja, não daria. Vejamos:

$$10\% \text{ de } 22 = \frac{10}{100} \cdot 22 = 2,2\text{m}^2$$

$$22\text{m}^2 - 2,2\text{m}^2 = 19,8\text{m}^2$$

Portanto, diante das orientações apresentadas, poderemos afirmar que o senhor Josimar precisará comprar 11 caixas de cerâmica de piso contendo $2,2\text{m}^2$ cada caixa, ou seja, um total de $24,2\text{m}^2$.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 3:

De acordo com as informações da situação-problema 2, do item 7 do presente Caderno de Atividades, o senhor Josimar precisou comprar $24,2\text{m}^2$ de cerâmica de piso para a obra de revestimento na sala de aula. Sabendo que a massa de cada metro quadrado da cerâmica de piso é de aproximadamente 8kg, poderemos calcular a massa total dessa compra da seguinte maneira:

$$\text{Massa total das cerâmica de piso} = 24,2 \times 8 = 193,6\text{kg}$$

De posse dessa informação e sabendo-se que a cerâmica de piso contém em média 57,5% de feldspato em sua composição, elaboramos o Esquema 17, a seguir, para calcular a quantidade de massa de feldspato presente no total de massa da cerâmica de piso que foi comprada para a realização da obra.

Esquema 17 – Massa aproximada de feldspato presente na composição da massa total da cerâmica de piso comprada

$$\left\{ \begin{array}{l} 57,5\% \text{ de } 193,6\text{kg} \text{ corresponde a } \frac{57,5}{100} \cdot 193,6 = \frac{11.132}{100} = 111,32\text{kg} \end{array} \right.$$

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conclui-se, portanto, que a massa aproximada de feldspato presente na composição da massa total da cerâmica de piso comprada pelo senhor Josimar para a realização da obra na sala de aula é de 111,32kg.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 4:

Finalizamos estas orientações com mais uma situação-problema, em que os alunos precisarão pensar para elaborar uma solução considerada adequada para o presente problema.

Iremos considerar novamente as dimensões de comprimento e largura de uma sala de aula, medindo, respectivamente, 8,0 metros e 2,5 metros.

Portanto, teremos:

$$8,0 \times 2,5 = 20\text{m}^2 \text{ (que representa a dimensão total do piso de uma sala de aula).}$$

Para encontrar a dimensão total referente a 15 salas, procederemos com o seguinte produto:

$$20 \times 15 = 300\text{m}^2 \text{ – (dimensão total do piso referente a 15 salas de aula).}$$

De posse dessa informação e sabendo que cada metro quadrado do piso de cerâmica custa R\$ 12,00, poderemos calcular o valor total dessa compra da seguinte maneira:

$$300 \times 12 = \text{R\$ } 3.600,00 \text{ (valor necessário para a compra da cerâmica de piso para as 15 salas de aula)}$$

Dividindo esse valor pelo preço da tonelada de feldspato que, de acordo com o Quadro 1 do presente Caderno de Atividades, custa R\$ 60,00, teremos:

$$\frac{3.600}{60} = 60 \text{ toneladas (volume de massa do minério que precisará ser vendido)}$$

Portanto, para encontrar a quantidade mínima de carregamentos de feldspato, o caminhão-caçamba, que transporta entre 15 e 23 toneladas desse minério, precisará fazer o máximo de carregamentos transportando a carga máxima que é de 23 toneladas. Assim, teremos:

$$\frac{60}{23} = 2,6 \text{ carregamentos}$$

Logo, podemos concluir que o caminhão-caçamba terá que realizar, no mínimo, 3 carregamentos para transportar a quantidade de 60 toneladas de feldspatos que será vendida para custear a obra de 15 salas de aula.

10 DICAS E SUGESTÕES ADICIONAIS

- ✓ Sugerimos aos aplicadores deste Caderno de Atividades que, após a aplicação de cada situação-problema, seguindo os nove passos do roteiro proposto por Onuchic e Allevato (2011), os docentes retomem a proposição e resolução de novos problemas, conforme o décimo passo do roteiro, acrescentado por Leal Júnior e Onuchic (2015, p. 964):

(1) Proposição do problema, (2) leitura individual, (3) leitura em conjunto, (4) resolução do problema, (5) observar e incentivar, (6) registro das resoluções na lousa, (7) plenária, (8) busca do consenso, (9) formalização do conteúdo, (10) proposição e resolução de novos problemas.

- ✓ Consideramos o período de três aulas de 50 minutos, razoável para aplicação de cada atividade;
- ✓ Recomendamos que durante a aplicação da situação-problema 3 do item **6 – SITUAÇÕES-PROBLEMA NO PROCESSO DE TRANSPORTE E ESTOCAGEM DOS MINERAIS**, os docentes desenvolvam com os alunos, um estudo acerca da História da Matemática, abordando a utilização das unidades e medidas ao longo do tempo e o surgimento do Sistema Métrico Decimal. Sugestão de leitura: (ZUIN, Elenice de Souza Lodron. **Por uma nova *Arithmetica***: o sistema métrico decimal como um saber escolar em Portugal e no Brasil oitocentistas. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – PUC/SP, São Paulo, 2007);
- ✓ Orientamos os docentes, que proporcionem aos alunos, momentos em que eles possam se expressarem para externalizarem suas vivências e conhecimentos extraescolares;
- ✓ Professores de outras áreas também poderão usufruir das situações-problema contidas neste Caderno de Atividades, fazendo, quando necessárias, as devidas adequações aos objetivos almejados, integrando, desse modo, uma perspectiva de ensino interdisciplinar;
- ✓ Destacamos, por fim, as possibilidades de integração das situações-problema aqui presentes, junto aos Programas dos Cursos de Mineração dos Institutos Federais – IFs.

REFERÊNCIAS DO PRODUTO EDUCACIONAL

ANDREATTA, Cidimar. **Ensino e aprendizagem de matemática e educação do campo: o caso da Escola Municipal Comunitária Rural “Padre Fulgêncio do Menino Jesus”**, município de Colatina, Estado do Espírito Santo. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Vitória/ES, 2013.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Secretaria de Educação Fundamental. Matemática (3º e 4º ciclos). Brasília: MEC/SEF, 1998.

D’AMBROSIO. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2015.

LEAL JÚNIOR, Luiz Carlos; ONUCHIC, Lourdes de La Rosa. Ensino e aprendizagem de matemática através da resolução de problemas como prática sociointeracionista. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 29, n. 53, p. 955-978, dez. 2015.

LUZ, Adão Benvindo da; LINS, Fernando Antônio Freitas. **Rochas & minerais industriais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005. p. 867.

MELO, Rodrigo Otávio Freire de. **A mineração artesanal e de pequena escala em peqmatitos e cerâmica no município de Parelhas, região do Seridó/Rio Grande do Norte**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFRN, Natal/RN, 2011.

NUÑEZ, Isauro Béltran; RAMALHO, Betania Leite. **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e matemática**. Porto Alegre: Sulina, 2004.

ONUCHIC, Lourdes de la Rosa; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. Pesquisa em resolução de problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Bolema**, Rio Claro, v. 25, n. 41, p. 73-98, 2011.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E
MATEMÁTICA**



APÊNDICE B: ROTEIROS DAS ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS

Roteiro de entrevista preparado para aplicação com o proprietário dos garimpos pesquisados, o senhor Josimar Arcanjo de Araújo.

1 INFORMAÇÕES SOCIOECONÔMICAS

- 1.1 Qual o nome completo do senhor?
- 1.2 Qual sua idade?
- 1.3 O senhor já frequentou a escola? Se frequentou, até que ano/série? Qual era a escola?
- 1.4 O senhor tem filhos ou parentes estudando atualmente? Se sim, em qual escola?
- 1.5 Há quantos anos o senhor trabalha no garimpo?
- 1.6 O que te levou a trabalhar com o garimpo?
- 1.7 O senhor sobrevive só do garimpo?

2 O GARIMPO E AS PRÁTICAS COMERCIAIS

- 2.1 Como que é realizada a escolha do local para dar início à escavação de um garimpo?
- 2.2 Atualmente, quantos funcionários estão trabalhando no garimpo?
- 2.3 Como é a rotina de trabalho no garimpo?
- 2.4 O senhor tem parentes trabalhando no garimpo? Se sim, em qual função?
- 2.5 Quais os minérios que são extraídos no garimpo?
- 2.6 Como identificar, dentro da mina, o local específico que irá produzir tal minério?
- 2.7 Quais são as técnicas para extrair os minérios do garimpo?
- 2.8 Como é realizada a separação do minério?
- 2.9 Como são vendidos esses minérios, por quilo? Tonelada?

- 2.10 Qual o valor de cada um desses minérios?
- 2.11 Cada garimpeiro tem uma função específica no garimpo? Em caso afirmativo, fale um pouco sobre essa divisão.
- 2.12 Os garimpeiros recebem mensalmente ou por produção?
- 2.13 O senhor sabe informar qual o destino desses minérios e para que eles são utilizados?
- 2.14 Quais as maiores dificuldades para se trabalhar no garimpo?



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E
MATEMÁTICA**



Roteiro de entrevista preparado para aplicação com um dos garimpeiros pesquisados que exerce a função de encarregado pelas atividades no garimpo, o senhor Josimar Arcanjo de Araújo Júnior.

1 INFORMAÇÕES SOCIOECONÔMICAS

- 1.1 Qual o nome completo do senhor?
- 1.2 Qual sua idade?
- 1.3 O senhor já frequentou a escola? Se frequentou, até que ano/série? Qual era a escola?
- 1.4 O senhor tem parentes estudando atualmente? Se sim, em qual escola?
- 1.5 Há quanto tempo o senhor trabalha no garimpo?
- 1.6 O que te levou a trabalhar no garimpo?
- 1.7 O senhor sobrevive só do garimpo?

2 O GARIMPO E AS PRÁTICAS COMERCIAIS

- 2.1 Como é que se sabe que naquele local escolhido para realização da escavação do garimpo tem minério?
- 2.2 Qual a sua função no garimpo?
- 2.3 Como é a sua rotina de trabalho no garimpo?
- 2.4 Quais os minérios que são extraídos no garimpo?
- 2.5 Como identificar, dentro da mina, o local específico que irá produzir tal minério?
- 2.6 Quais são as técnicas para extrair esses minérios?
- 2.7 Como é realizada a separação do minério?
- 2.8 Como são vendidos esses minérios, por quilo? Tonelada?
- 2.9 Qual o valor de cada um desses minérios?
- 2.10 O senhor recebe pela produção do trabalho ou mensalmente?
- 2.11 O senhor sabe informar qual o destino desses minérios e para que eles são utilizados?
- 2.12 Na sua opinião, quais as maiores dificuldades para se trabalhar no garimpo?



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E
 MATEMÁTICA**

Roteiro de entrevista preparado para aplicação com um dos garimpeiros pesquisados, o senhor Almiran Fernandes.

1 INFORMAÇÕES SOCIOECONÔMICAS

- 1.1 Qual o nome completo do senhor?
- 1.2 Qual a sua idade?
- 1.3 O senhor já frequentou a escola? Se frequentou, até que ano/série? Qual era a escola?
- 1.4 O senhor tem filhos ou parentes estudando atualmente? Se sim, em qual escola?
- 1.5 Há quanto tempo o senhor trabalha no garimpo?
- 1.6 O que te levou a trabalhar no garimpo?
- 1.7 O senhor sobrevive só do garimpo?

2 O GARIMPO E AS PRÁTICAS COMERCIAIS

- 2.1 Como que é realizada a escolha do local para dar início à escavação de um garimpo?
- 2.2 Qual a sua função no garimpo?
- 2.3 Como é a sua rotina de trabalho no garimpo?
- 2.4 O senhor tem parentes trabalhando no garimpo? Se sim, em qual função?
- 2.5 Quais os minérios que são extraídos durante a realização do seu trabalho?
- 2.6 Como identificar, dentro da mina, o local específico que irá produzir tal minério?
- 2.7 Quais são as técnicas para extrair esses minérios?
- 2.8 Como é realizada a separação do minério?
- 2.9 Como são vendidos esses minérios, por quilo? Tonelada?
- 2.10 Qual o valor de cada um desses minérios?
- 2.11 O senhor recebe pela produção do trabalho ou mensalmente?
- 2.12 O senhor sabe informar qual o destino desses minérios e para que eles são utilizados?
- 2.13 Na sua opinião, quais as maiores dificuldades para se trabalhar no garimpo?



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E
MATEMÁTICA



APÊNDICE C: AUTORIZAÇÕES PARA REALIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS
SEMIESTRUTURADAS

Senhor Garimpeiro,

Solicito a sua participação na minha pesquisa de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECCNM) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), respondendo este questionário de cunho exclusivamente acadêmico que é parte fundamental e integrante de minha dissertação.

A entrevista que será realizada como o senhor será a base fundamental para desenvolvermos um Produto Educacional como proposta de ensino-aprendizagem de Matemática na Educação Básica. Pretendemos investigar os saberes e fazeres dos garimpeiros em suas atividades de extração e comercialização de minerais, descrevendo os indícios de conhecimentos matemáticos que são utilizados durante o dia-a-dia de trabalho no garimpo. A sua participação é muito importante, pois reconhecemos o valor da sua matemática quando estão realizando o trabalho como garimpeiros. Eu, Freudson Dantas de Lima, mestrando pelo PPGECCNM-UFRN serei sempre grato a sua contribuição e autorização das respostas dadas e imagens cedidas que serão expostas na pesquisa que desenvolvo neste instrumento de pesquisa.

Autorização:

GARIMPEIRO: Josimar Araújo de Araújo

Natal, 24 / 10 / 2017.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E
MATEMÁTICA

Senhor Garimpeiro,

Solicito a sua participação na minha pesquisa de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), respondendo este questionário de cunho exclusivamente acadêmico que é parte fundamental e integrante de minha dissertação.

A entrevista que será realizada como o senhor será a base fundamental para desenvolvermos um Produto Educacional como proposta de ensino-aprendizagem de Matemática na Educação Básica. Pretendemos investigar os saberes e fazeres dos garimpeiros em suas atividades de extração e comercialização de minerais, descrevendo os indícios de conhecimentos matemáticos que são utilizados durante o dia-a-dia de trabalho no garimpo. A sua participação é muito importante, pois reconhecemos o valor da sua matemática quando estão realizando o trabalho como garimpeiros. Eu, Freudson Dantas de Lima, mestrando pelo PPGECNM-UFRN serei sempre grato a sua contribuição e autorização das respostas dadas e imagens cedidas que serão expostas na pesquisa que desenvolvo neste instrumento de pesquisa.

Autorização:

GARIMPEIRO: João Carlos de Araújo Júnior

Natal, 24 / 10 / 2017.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E
MATEMÁTICA

Senhor Garimpeiro,

Solicito a sua participação na minha pesquisa de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), respondendo este questionário de cunho exclusivamente acadêmico que é parte fundamental e integrante de minha dissertação.

A entrevista que será realizada como o senhor será a base fundamental para desenvolvermos um Produto Educacional como proposta de ensino-aprendizagem de Matemática na Educação Básica. Pretendemos investigar os saberes e fazeres dos garimpeiros em suas atividades de extração e comercialização de minerais, descrevendo os indícios de conhecimentos matemáticos que são utilizados durante o dia-a-dia de trabalho no garimpo. A sua participação é muito importante, pois reconhecemos o valor da sua matemática quando estão realizando o trabalho como garimpeiros. Eu, Freudson Dantas de Lima, mestrando pelo PPGECNM-UFRN serei sempre grato a sua contribuição e autorização das respostas dadas e imagens cedidas que serão expostas na pesquisa que desenvolvo neste instrumento de pesquisa.

Autorização:

GARIMPEIRO: Almirson Fernandes

Natal, 24 / 10 / 2017.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E
MATEMÁTICA



APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Público-alvo: Alunos da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho – Parelhas/RN.

Objetivo: elucidar o perfil sociocultural dos alunos.

Nome: _____

Turma: _____

Cidade onde nasceu: _____

Idade: _____

Sexo: () Masculino () Feminino

1. Em sua opinião, o que é um garimpo?

2. Você sabia que na zona rural da cidade de Parelhas/RN funcionam vários garimpos?

() Sim () Não

3. Você já visitou algum garimpo?

() Sim () Não

4. Você conhece alguém que trabalha em garimpo?

() Sim () Não

Se a resposta foi sim, marque uma das opções abaixo:

() Membro da família () Amigo próximo () Conhecido

5. Você considera que a Matemática pode contribuir na realização das atividades de trabalho dos garimpeiros?

() Sim () Não

Justifique sua resposta.

Agradecemos sua colaboração.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E
MATEMÁTICA

APÊNDICE E: TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Ao senhor diretor da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho – Parelhas/RN
Emerson Wagner da Nóbrega

Prezado diretor,

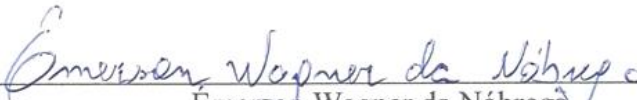
Pelo presente documento, solicitamos à direção da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho, localizada na cidade de Parelhas/RN, a autorização para aplicação de uma proposta de ação pedagógica, (um Caderno de Atividades com situações-problema de Matemática relacionadas ao contexto sociocultural do garimpo), na turma do 3º ano “A”, turno vespertino da referida escola.

O Produto Educacional mencionado é fruto de uma pesquisa de Mestrado na área de Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), intitulada: **Etnomatemática no garimpo: uma proposta de ação pedagógica para o ensino de Matemática na perspectiva da Resolução de Problemas.**

Nós, enquanto pesquisadores, buscando alternativas para melhorias no processo de ensino e aprendizagem de Matemática no âmbito da Educação Básica, ficaremos imensamente gratos pela contribuição à este trabalho acadêmico.

Nesse sentido, solicitamos a ciência e autorização para realizarmos a aplicação dessa proposta de ação pedagógica, assinando o presente termo de autorização.

Natal/RN, 07 de maio de 2018.


Emerson Wagner da Nóbrega
Diretor da Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E
MATEMÁTICA



APÊNDICE F: TERMO DE CONSENTIMENTO

Escola Estadual Monsenhor Amâncio Ramalho

Turma: 3º Ano "A"

Turno: vespertino

Prezado(a) aluno(a),

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), de uma pesquisa de mestrado cujo título é: **Etnomatemática no garimpo: uma proposta de ação pedagógica para o ensino de Matemática na perspectiva da Resolução de Problemas.**

Gostaríamos de contar com a sua participação, assinando a lista de consentimento ao final deste documento, nos autorizando a divulgar os dados coletados em gravações de áudios, vídeos e fotografias durante as aplicações das atividades realizadas em sala de aula. Nossa pesquisa terá fins exclusivamente acadêmicos.

Ademais, garantimos a você o total sigilo das informações, seu nome não será divulgado. Todo o tratamento dado ao material coletado e, posteriormente, utilizado na pesquisa, será apresentado por meio de códigos.

LISTA DE CONSENTIMENTO

Nº	Nome do aluno(a)
1	Jaciele dos Santos Oliveira
2	Jaelson Ismael da Silva
3	Philippe Patrício da Silva
4	Carlos Antônio da Trindade
5	Junie Kelly de Almeida
6	Maria Afanada
7	Robertson Valenteine Guabina Costa
8	Amanda Kelly A. de Lima
9	Vanessa Maria Oliveira Dantas
10	Barbara Maria Araújo Xavier
11	Karolayne dos Santos
12	Luiz Felipe Mendes da Silva
13	Elizabeth Virginia de Góes Souza

14	Estefanne Lewistina
15	Cristian Bezerra dos Santos
16	Raula Taulome Santos da Souza
17	Maria Eduarda de Souza Oliveira
18	Glory Kyssela da Silva Azevedo
19	Geraldo de Souza Lima NETO
20	Jarlon Vinicius Dantas da Silva
21	Felipe Alves Medeiros
22	Galriel Azevedo dos Santos
23	Maria Eduarda Medeiros Bezerra
24	Isabela Adila Dantas Monteiro
25	Paulo Henrique Bezerra da Paz
26	
27	
28	
29	
30	

Natal/RN, 12 de junho de 2018.